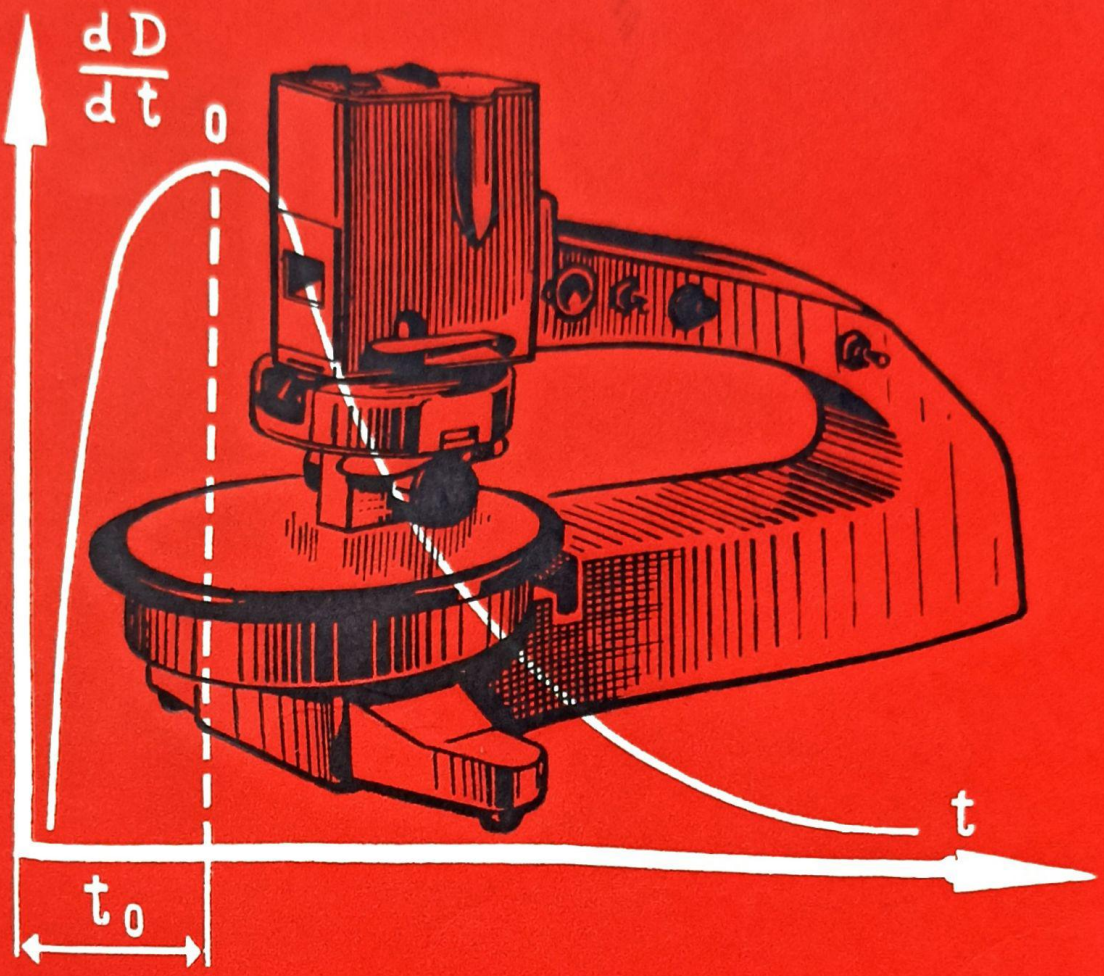


БАБЯК Б.Н., ГЛУШКО В.А.

ФОТО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ПЛЕНКИ И ИХ ОБРАБОТКА

БИБЛИОТЕКА ПОЛИГРАФИСТА

Б. Н. БАБЯК, В. Д. ГЛУШКО

ФОТОТЕХНИЧЕСКИЕ ПЛЕНКИ И ИХ ОБРАБОТКА

ИЗДАТЕЛЬСТВО „КНИГА“
МОСКВА 1968

ВВЕДЕНИЕ

Фотографические процессы широко применяют в полиграфии при изготовлении печатных форм.

В зависимости от способов печати, способов репродуцирования, а также от характера технологического процесса предъявляют различные требования к свойствам фотографических слоев. Например, для репродуцирования штриховых и текстовых оригиналов, а также микроштриховых (растровых) изображений необходимо применять фотослои с возможно большей разрешающей способностью и контрастностью. В этом случае изображение должно быть передано наибольшим почернением с оптической плотностью не ниже 2,5, а пробелы наименьшим почернением (вуалью) с оптической плотностью не выше 0,1.

Для получения тоновых изображений необходимы фотослои с нормальной контрастностью, обеспечивающие получение фотоизображений в интервале оптических плотностей 1,2—1,4 при наибольшем почернении в 1,6—1,8, а наименьшем 0,2—0,4.

Все фототехнические слои различают по свето- и цветочувствительности.

Для съемки непосредственно в фотоаппарате с целью сокращения времени экспонирования необходимо применять фотослои большей светочувствительности. При съемке одноцветных оригиналов применяют изоортохроматические фотослои, чувствительные к фиолетовым, синим, зеленым, желтым и оранжевым лучам с общей светочувствительностью 8—30 единиц ГОСТа. При съемке многоцветных оригиналов, особенно при цветоделении через светофильтры, применяют изопанхроматические фотослои, чувствительные ко всем лучам видимого спектра

с общей светочувствительностью 65—130 единиц ГОСТа. Фотослои с высокой светочувствительностью имеют несколько бо́льшую вуаль.

Для контактной печати применяют несенсибилизированные фотослои, чувствительные к фиолетовым и синим лучам с общей светочувствительностью 0,01—5,0 единиц ГОСТа.

Фотографические слои состоят из фотографической эмульсии, нанесенной на подложку. Фотографическая эмульсия представляет собой микрокристаллы галоидного, в основном бромистого, серебра, диспергированные в желатине. Для придания эмульсии цветочувствительности и повышения общей светочувствительности в нее вводят красители-сенсибилизаторы. В процессе синтеза эмульсии проводится ее созревание. Оно заключается в выдерживании эмульсии в течение определенного времени при повышенной температуре. По окончании процесса созревания эмульсию охлаждают и продавливают через отверстия фильер. Образовавшаяся «лапша» промывается холодной водой с целью удаления продуктов реакции и добавок, вводившихся для успешного прохождения процесса созревания эмульсии.

Процесс созревания производят дважды.

При первом созревании эмульсии происходит рост размеров частичек галоидного серебра от молекулярной дисперсности до 1—2 *мк*; это повышает светочувствительность эмульсии примерно в 100 тыс. раз. Однако рост микрокристаллов галоидного серебра понижает разрешающую способность фотослоя, что ухудшает качество растровых фотоизображений.

При втором созревании эмульсии, которое проводится для дальнейшего повышения светочувствительности, рост размеров микрокристаллов галоидного серебра незначителен. Повышение светочувствительности достигается в этом случае за счет деформации микрокристаллов бромистого серебра и образования центров светочувствительности, состоящих из сернистого и металлического серебра, в результате взаимодействия некоторых веществ, содержащихся в фотографической эмульсии, с микрокристаллами серебра. Повышение светочувствительности эмульсии сопровождается увеличением вуали.

Для контактной печати применяют фотослои низкой светочувствительности с микрокристаллами галоидного

серебра меньших размеров. Такие фотослои можно готовить с меньшей толщиной и меньшим содержанием серебра, так как мелкие частички образуют относительно большую оптическую плотность. Эти фотослои обладают большей разрешающей способностью.

В качестве основы для фототехнических слоев применяют нитроцеллюлозные пленки и пленки из ацетата целлюлозы, содержащего 55—56% связанной уксусной кислоты и триацетата целлюлозы с частичным омылением до 60—61% содержания ацетильных групп. Лишь в отдельных случаях используется стекло.

Перед поливом фотографической эмульсией основу покрывают подслоем, способствующим хорошему сцеплению эмульсии с основой. На эмульсионный слой наносят защитный слой.

На оборотную сторону основы пленок наносят противоореольный слой, состоящий в основном из желатина с введенным в него красителем, поглощающим актиничные для данного фотослоя лучи, поэтому цвет красителя зависит от цветочувствительности фотослоя. Для панхроматических слоев используют темно-зеленый, изоортохроматических и несенсибилизированных — красные красители. Красители обесцвечиваются при проявлении под влиянием щелочи проявителя.

Противоореольный слой препятствует скручиванию пленки после обработки, а также возникновению статических зарядов. Для фотослоев, предназначенных для тоновых изображений, подвергающихся ручной градационной ретуши, поверхность противоореольного слоя делается матовой. Это позволяет выполнять ретушь со стороны подложки, что не требует обработки фотослоя матолейном и гарантирует его от возможных повреждений.

СЕНСИТОМЕТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ФОТОТЕХНИЧЕСКИХ СЛОЕВ

Сенситометрия позволяет количественно оценить фотографические свойства фотослоев. К ним относятся светочувствительность S, фотографическая широта L, коэффициент контрастности γ, наибольшее почернение D_{max} и наименьшее почернение D_0. Эти сенситометрические показатели зависят от состава проявителя, его темпера-

туры и времени проявления, поэтому их значение принимается для определенных условий обработки, рекомендуемых для данного фотослоя. Знание динамики изменения этих показателей в зависимости от экспонирования и времени проявления необходимо для получения качественных фотоизображений.

Сенситометрические показатели определяют по семейству характеристических кривых, представляющих собой кривые почернений одинаково экспонированных сенситограмм, проявленных в одинаковых условиях в течение различного времени.

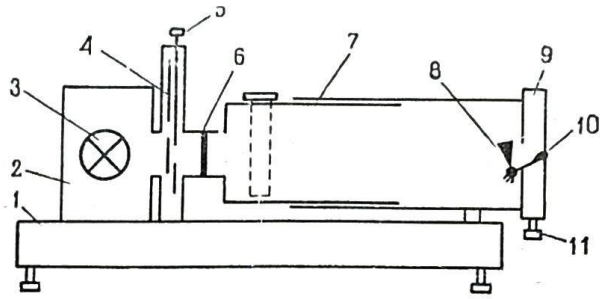


Рис. 1. Схема денситометра ФСР-4:

1— станина; 2— кожух; 3— эталонная лампа; 4— затвор; 5— рукоятка затвора; 6— светофильтр дневного света; 7— раздвижной тубус; 8— оптический клин; 9— кассета; 10— рукоятка спуска; 11— винт для перемещения кассеты

Сенситограммы получают в сенситометре ФСР-4, схема которого показана на рис. 1. Эталонная калиброванная лампа сенситометра, питаемая в постоянном режиме, обеспечивает строго одинаковый спектральный состав и силу света. Некоторые изменения силы света при замене этой лампы компенсируются изменением длины тубуса. Таким образом, в плоскости оптического ступенчатого клина создается всегда одинаковая освещенность. Светофильтр дневного света приближает спектральный состав света лампы ($T_{цв}=2850°К$) к дневному ($T_{цв}=6500°К$).

Количество освещения, попадающее на фотослой при экспонировании сенситограмм, модулируется ступенчатым оптическим клином. Он имеет 21 поле с константой 0,15; значит, находящиеся рядом поля отличаются друг от друга на 0,15 единиц оптической плотности. Таким образом, интервал оптических плотностей клина равен 3.

Оптическая плотность представляет собой десятичный логарифм непрозрачности, т. е. отношение упавшего светового потока к прошедшему. Если световой поток ослаблен в 10 раз, то непрозрачность равна 10. Логарифм 10 будет равен 1. Следовательно, за единицу оптической плотности принята плотность, уменьшающая световой поток в 10 раз. Соответственно оптическая плотность, равная двум, уменьшает световой поток в 100 раз, а равная 3 — в 1000 раз.

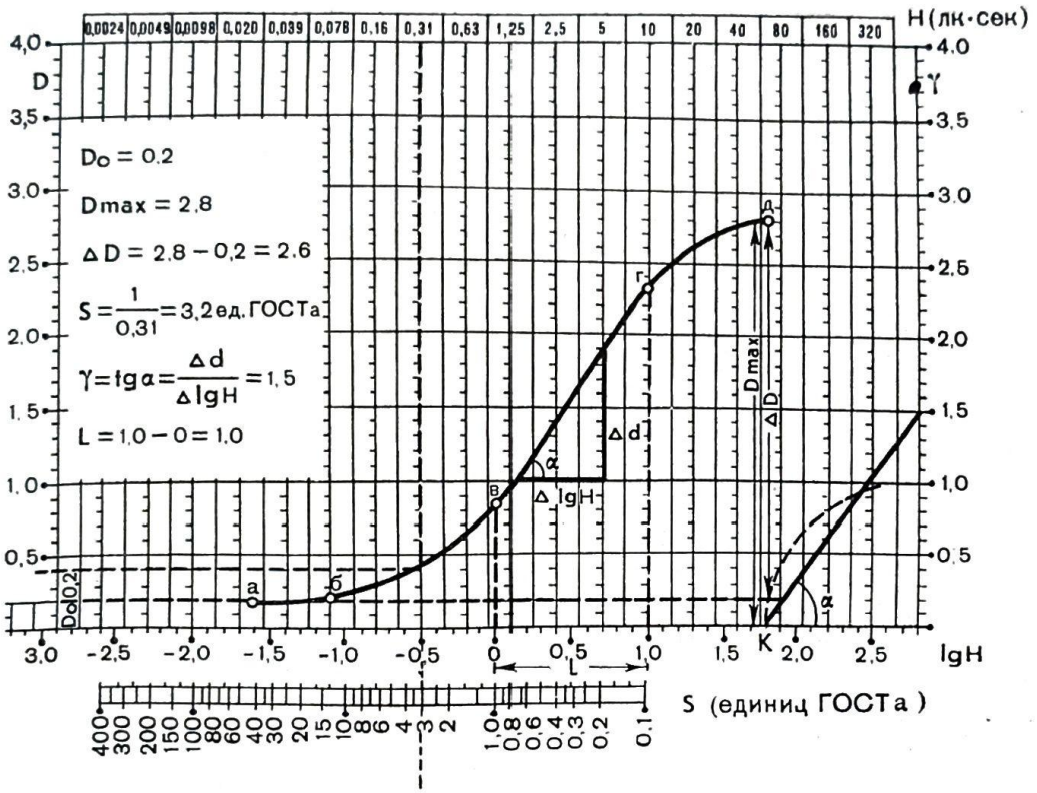


Рис. 2. Сенситометрический бланк

Получают не менее трех сенситограмм, которые проявляют в течение различного времени при прочих равных условиях. Отфиксированные и промытые сенситограммы высушивают. Затем измеряют оптические плотности всех полей сенситограмм и полученные результаты наносят на сенситометрический бланк (рис. 2). На бланке по горизонтальной оси нанесены десятичные логарифмы количества освещения, действовавшего на данное поле сенситограммы. Вверху показаны антилогарифмы этих значений, т. е. численные значения количеств освещения. По левой вертикальной оси откладывают значения оптических плотностей.

Для примера рассмотрим одну произвольную кривую почернений, т. е. характеристическую кривую (см. рис. 2). Она состоит из четырех участков: *а—б* — область вуали; в пределах *а—б* количество действующего света меньше порога потемнения и не вызывает изменений почернения; *б—в* — область недодержек; здесь изменения количества действующего света вызывают непропорциональное увеличение почернений; *в—г* — прямолинейный участок или область правильных, пропорциональных передач, где приращение D пропорционально приращению $\lg H$; *г—д* — область передержек, в которой изменения количества действующего света вызывают непропорциональное увеличение почернений.

Найдем сенситометрические характеристики для нашего случая.

Светочувствительность S согласно ГОСТу 2817—50* определяется как величина, обратно пропорциональная количеству освещения, вызвавшему превышение плотности над вуалью на 0,2 единицы. В нашем случае это составит 1:0,31=3,2 единицы ГОСТа. Для упрощения расчетов внизу сенситометрического бланка располагается шкала светочувствительности. Перпендикуляр, опущенный на эту шкалу из точки, соответствующей $D_0+0{,}2$, укажет значение светочувствительности.

Фотографическую широту L измеряют проекцией прямолинейного участка на ось $\lg H$, т. е. 1—0=1.

Коэффициент контрастности γ численно равен тангенсу угла наклона прямолинейной части характеристической прямой к оси $\lg H$, т. е. $\gamma=\Delta d : \Delta \lg H$.

Обычно пользуются графическим методом определения тангенса угла α. Для этого справа через точку K, находящуюся на расстоянии единицы масштаба правой вертикальной оси от точки O, проводят линию, параллельную прямолинейному участку характеристической кривой. На вертикальной оси получают значение $\operatorname{tg}\alpha$ (1,5), численно равное коэффициенту контрастности.

Наибольшее D_{max} и наименьшее D_0 значение почернений, а также интервал почернения ΔD определяют непосредственно по характеристической кривой.

Аналогично находят рассмотренные значения для

---

* Испытания других материалов, кроме фототехнических, регламентируются ГОСТом 10691—63.

всех кривых почернений семейства характеристических кривых.

На рис. 3 представлено семейство характеристических кривых для нормального фотослоя ФТ-12, проявленного в течение 2, 4, 8 и 16 *мин* в проявителе ФТ-1. Полученные данные в зависимости от времени проявления показаны на рис. 4. Как видно из рис. 4, с увеличением времени проявления увеличиваются S, D_{max}, γ, D_0, ΔD. Изменения D_{max}, γ и ΔD имеют затухающий характер, в то время как D_0 изменяется, как правило, прямо пропорционально времени проявления.

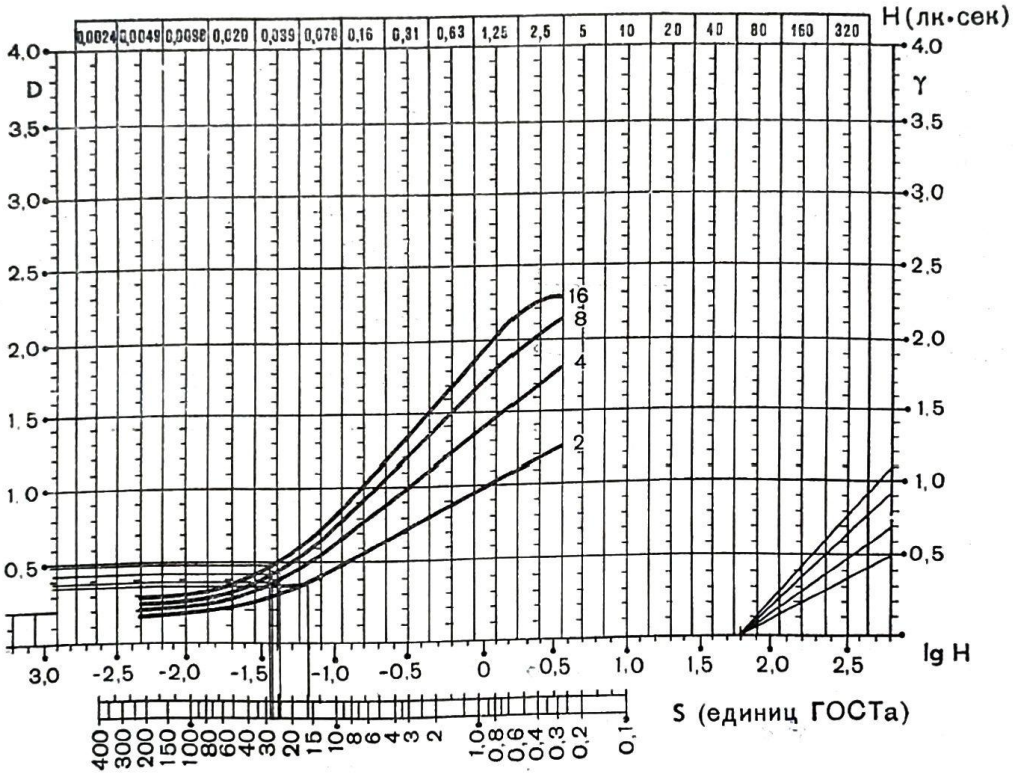


Рис. 3. Семейство характеристических кривых

Изменение оптической плотности от времени проявления выражает формула Шепперда и Миза

$$D = D_\infty(1 - e^{-k(t - t_0)})$$

где D_∞ — оптическая плотность при бесконечно большом времени проявления; e — основание натуральных логарифмов; t — время проявления; t_0 — время индукции, т. е. время от начала проявления до появления первых следов изображения.

Следует помнить, что с увеличением времени проявления пропорционально увеличивается вуаль (рис. 5). При очень большом времени проявления (точка O) оптиче-

ская плотность освещенных и неосвещенных участков будет одинаковой. Это объясняется тем, что, начавшись, проявление будет продолжаться до полного восстановления всего галоидного серебра. В освещенных участках оно заканчивается тем раньше, чем большее количество света действовало на них. После восстановления всего галоидного серебра в освещенных участках дальнейшее время проявления будет приводить к росту оптической плотности только слабо освещенных или неосвещенных участков.

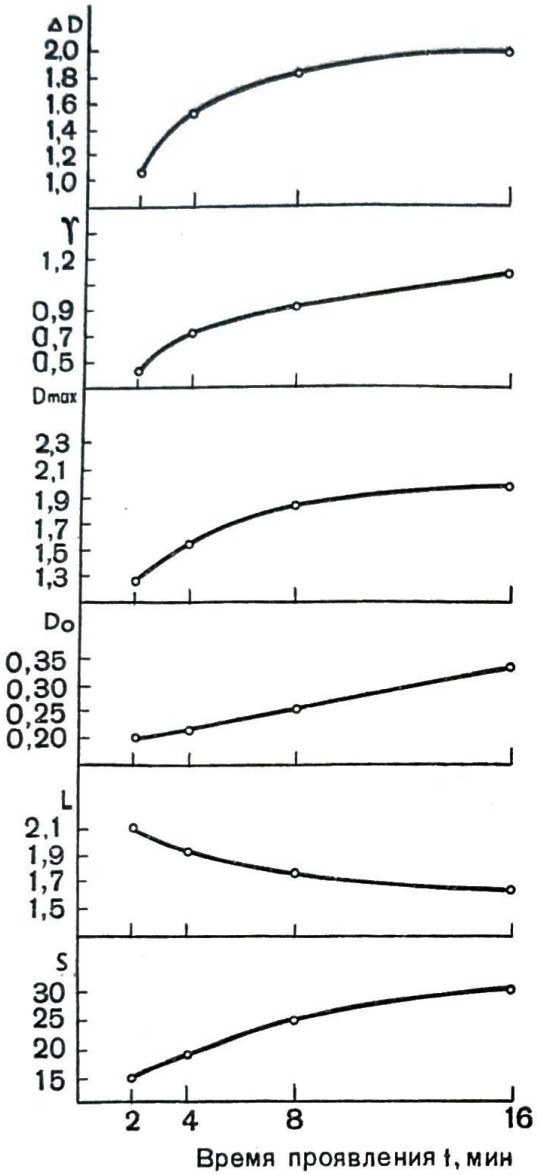


Рис. 4. Зависимость сенситометрических показателей от времени проявления

По этой причине зависимость коэффициента контрастности от времени проявления, выраженная формулой Шепперда и Миза, не соответствует практическому ходу процесса. После точки *O* контрастность падает за счет роста вуали, и при очень большом времени проявления может стать равной нулю (точка *K* на рис. 6). Наибольшее значение коэффициента контрастности, которое может быть практически достигнуто, называется γ max.

Следовательно, повышая оптическую плотность путем увеличения времени проявления, нельзя забывать о том, что это неизбежно вызовет увеличение вуали. В связи с этим показательно изменение ΔD, т. е. интервала оптических плотностей (см. рис. 4); после 8 *мин* проявления интервал оптических плотностей возрастает незначительно, в то время как величина вуали продолжает активно расти.

Таким образом, время проявления — важнейший фактор, с увеличением которого повышается главным обра-

зом контрастность изображения. Однако эти изменения происходят в сравнительно небольших пределах. При любых изменениях времени проявления на нормальном фотослое ФТ-12 нельзя получить те же результаты, что на контрастном слое ФТ-32 и наоборот.

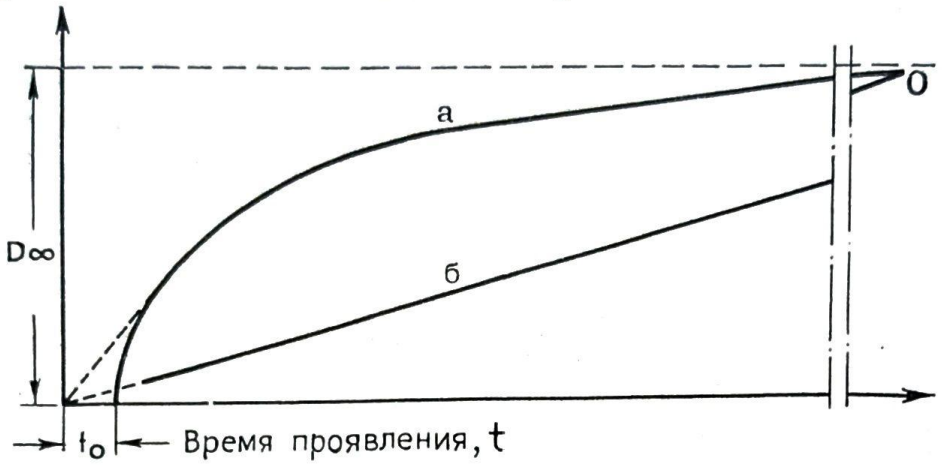


Рис. 5. Зависимость оптической плотности от времени проявления:
а — освещенный участок; *б* — неосвещенный участок

При съемке в репродукционном фотоаппарате кривая почернений несколько отличается от кривой почернений, полученной в сенситометре. Это объясняется большим

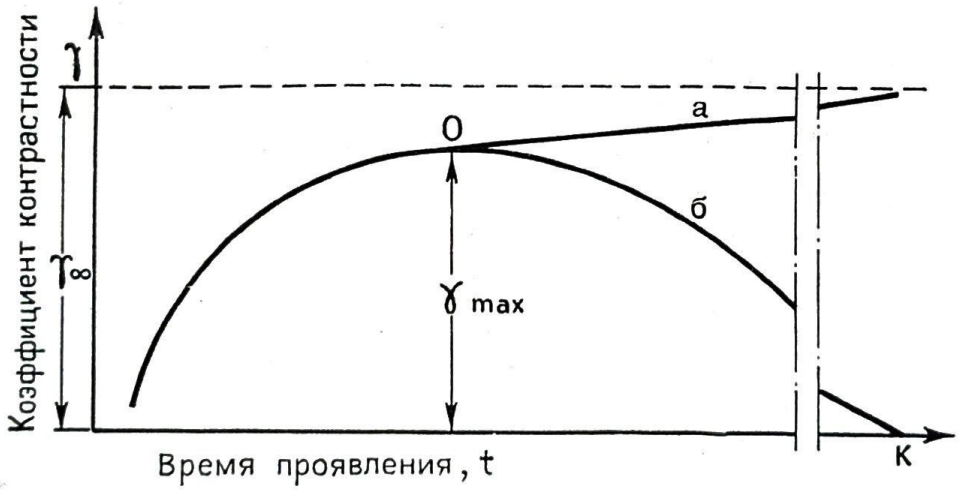


Рис. 6. Зависимость коэффициента контрастности от времени проявления

светорассеянием, имеющим место при съемке в аппарате, в результате увеличивается область недодержек и плотность вуали, сокращается прямолинейный участок, начало которого составляют плотности в пределах 0,8—1,0, и понижается контрастность изображения при прочих равных условиях. Об этом свидетельствуют кривые почернений на рис. 7, полученные на фотослое ФТ-11 и

проявленные одновременно в проявителе ФТ-1. В условиях фотомеханических цехов для более точного определения свойств фотослоя следует проводить испытания фотослоев путем съемки контрольных тоновых шкал с известными оптическими плотностями полей с последующим проявлением их в течение различного времени в проявителе, который будет применен для проявления данного фотослоя. Это позволяет установить зависимость контрастности от времени проявления и определить значения плотности вуали и другие показатели, необходимые для получения фотоизображений с заданными параметрами.

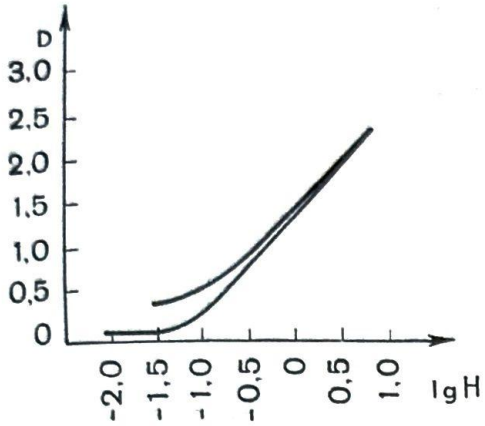


Рис. 7. Кривые почернений, полученные:
снизу — в сенситометре; *сверху* — в фотоаппарате

Вследствие конструктивных особенностей у различных репродукционных аппаратов светорассеяние различное.

Необходимо помнить, что такие испытания следует проводить для каждой новой партии фотопленок, так как свойства их относительно стабильны только в пределах одного полива, обозначаемого обычно номером.

Фотографический слой состоит из микрокристаллов галоидного серебра, имеющих форму неправильных дисков, средний диаметр которых в десять раз больше их толщины. Диаметры дисков составляют 0,0003—0,005 *мм*. Диски располагаются параллельно подложке в несколько десятков этажей. Общая толщина фотографического слоя составляет 0,006—0,20 *мм*.

Распределение микрокристаллов галоидного серебра в желатине неравномерное: в некоторых участках фотослоя они сильно сближены, в других, наоборот, значительно отдалены друг от друга.

Желатин, цементирующий кристаллы галоидного серебра, представляет собой коллоид, обнаруживающий явления Тиндаля, т. е. рассеивающий свет. Таким образом, фотослой представляет собой мутную среду, обладающую большим светорассеиванием. Светорассеяние приводит к некоторой потере резкости краев, особенно это сказывается при воспроизведении мелких деталей.

Таблица 1

Сенситометрические показатели некоторых отечественных и зарубежных репродукционных слоев в зависимости от условий проявления

Наименование фотопленки или слоя	Время проявления, *мин*	Коэффициент контрастности, γ	Светочувствительность, S	Вуаль эмульсионного слоя, $Д_0$	Фотографическая широта, L	Максимальная оптическая плотность, D_{max}	Полезный интервал оптических плотностей, $\Delta Д$	Корректурный эффект, %	Проявитель
ФТ-10	2	0,70	5,80	0,20	1,20	1,0	—	—	
	4	1,10	8	0,22	1,30	1,83	1,61	—	№ 1
	8	1,35	9	0,28	1,20	2,20	1,92	—	
	16	1,70	10	0,40	1,20	2,60	2,20	—	
ФТ-11	2	0,70	2,4	0,16	1,05	1,10	1,05	—	
	4	1,25	4	0,20	1,00	1,70	1,50	—	№ 1
	8	1,40	6	0,27	1,15	1,96	1,69	—	
	16	1,60	9	0,38	1,05	2,30	1,90	—	
ФТ-11	2	0,50	15	0,20	2,10	1,28	1,08	—	
	4	0,70	18	0,22	1,95	1,74	1,52	—	№ 1
	8	0,90	24	0,26	1,80	2,03	1,81	—	
	16	1,20	30	0,34	1,65	2,30	1,96	—	
ФТ-30	2	2,51	0,7	0,08	—	2,70	—	70	
	4	2,90	1,3	0,10	—	>3	—		ФТ-2
	8	3,10	1,6	0,14	—	>3	—		
	12	3,30	1,8	0,16	—	>3	—		
ФТ-30	2	1,80	1,3	0,08	—	2,70	—		
	4	2,20	1,80	0,09	—	>3	—	67	С фенидоном
	8	3,36	2,20	0,12	—	>3	—		
	12	4,20	2,40	0,14	—	>3	—		
ФТ-30	2	3,80	0,7	0,08	—	>3	—		С циклогексаноном
	4	4,70	1,2	0,11	—	>3	—	69	

Продолжение таблицы 1

Наименование фотопленки или слоя	Время проявления, *мин*	Коэффициент контрастности, γ	Светочувствительность, S	Вуаль эмульсионного слоя, $Д_0$	Фотографическая широта, L	Максимальная оптическая плотность, D_{max}	Полезный интервал оптических плотностей, $\Delta Д$	Корректурный эффект, %	Проявитель
Фототехническая пленка фирмы „Кодак" „Сепаратон А"	2	0,8	6	0,10	1,4	1,45	1,35	—	
	4	0,9	8	0,10	1,4	1,75	1,65	—	№ 1
	8	1,1	9	0,20	1,4	2,0	1,80	—	
	16	1,32	10	0,30	1,4	2,30	2,0	—	
ФТ-31	2	2,20	5,2	0,10	—	2,9	—	—	
	4	2,60	8,5	0,16	—	>3	—	—	
	8	2,70	10	0,18	—	>3	—	62	ФТ-2
	12	2,90	12	0,20	—	>3	—		
ФТ-31	2	2,4	6	0,9	—	>3	—	—	
	4	2,9	9	0,10	—	>3	—	64	С фенидоном
	8	3,2	12	0,20	—	>3	—	—	
	12	3,55	15	0,24	—	>3	—	—	
ФТ-31	2	3,30	4	0,8	—	>3	—	—	С циклогексаноном
	4	4,60	6	0,12	—	>3	—	72	
	8	5,00	7	0,18	—	>3	—	—	
ФТ-32	2	1,9	9	0,14	—	>3	—	—	ФТ-2
	4	2,35	13	0,18	—	>3	—	56	
	8	2,50	15	0,20	—	>3	—	—	
	12	2,70	16	0,30	—	>3	—	—	
ФТ-32	2	2,30	8,5	0,10	—	>3	—	—	С фенидоном
	4	2,90	18	0,14	—	>3	—	48	
	8	3,20	25	0,20	—	>3	—	—	
	12	3,50	30	0,24	—	>3	—	—	
ФТ-32	2	3,20	6	0,07	—	>3	—	—	
	4	3,60	9,5	0,10	—	>3	—	42	С циклогексаноном
	6	3,80	11	0,12	—	>3	—	—	

Продолжение таблицы 1

Наименование фотопленки или слоя	Время проявления, *мин*	Коэффициент контрастности, γ	Светочувствительность, S	Вуаль эмульсионного слоя, $Д_0$	Фотографическая широта, L	Максимальная оптическая плотность, D_{max}	Полезный интервал оптических плотностей, $\Delta Д$	Корректурный эффект, %	Проявитель
ФТ-41	2	2,7	2,5	0,08	—	>3	—	—	ФТ-2
	4	3,3	5	0,10	—	>3	—	46	
	8	3,7	5,5	0,16	—	>3	—		
	12	4,8	5,8	0,18	—	>3	—		
ФТ-41	2	2,9	2,6	0,06	—	2,7	—	—	С фенидоном
	4	3,8	6	0,09	—	>3	—	42	
	8	4,8	8	0,12	—	>3			
	12	5,2	10	0,17	—	>3			
ФТ-41	2	3,8	3,3	0,08	—	>3	—	—	С циклогексаноном
	4	4,9	7	0,12	—	>3	—	50	
	6	5,4	9	0,14	—	>3	—	—	
ФТ-СК	2	4,80	0,014	0,05	—	>3	—	—	
	4	6,60	0,016	0,06	—	>3	—	31	С циклогексаноном
	6	7,20	0,020	0,08	—	>3	—	—	
ФТ-СК	2	5,1	0,016	0,06	—	>3	—	—	
	4	6,2	0,025	0,07	—	>3	—	35	С фенидоном
	8	6,8	0,030	0,10	—	>3	—	—	
	12	7	0,032	0,12	—	>3	—	—	
ФТ-СК	2	4,4	0,016	0,06	—	>3	—	—	
	4	5,2	0,020	0,08	—	>3	—	33	ФТ-2
	8	5,9	0,04	0,10	—	>3	—	—	
	12	6,2		0,12	—	>3	—	—	
Фирмы „Геверт“ 31 р	2	2,10	2,5	0,08	—	>3	—	—	
	4	2,50	3,8	0,11	—	>3	—	—	
	8	2,75	4,5	0,18	—	>3	—	66	ФТ-2
	12	2,95	5,0	0,22	—	>3	—	—	

Продолжение таблицы 1

Наименование фотопленки или слоя	Время проявления, *мин*	Коэффициент контрастности, γ	Светочувствительность, S	Вуаль эмульсионного слоя, $Д_0$	Фотографическая широта, L	Максимальная оптическая плотность, D_{max}	Полезный интервал оптических плотностей, $\Delta Д$	Корректурный эффект, %	Проявитель
Фирмы «Геверт» 31 р	2	1,80	3,5	0,07	—	2,25	—	—	С фенидоном
	4	2,80	4,8	0,10	—	>3	—	62	
	8	3,1	5,70	0,14	—	>3	—	—	
	12	3,2	6,80	0,16	—	>3	—	—	
Фирмы «Геверт» 31 р	2	2,64	1,80	0,08	—	2,6	—	—	С циклогексаноном
	4	3,70	2,20	0,09	—	>3	—	30	
	8	4,20	2,50	0,14	—	>3	—	—	
	12	4,80	2,70	0,16	—	>3	—	—	
Фирмы «Геверт» 081	2	3,5	3,5	0,08	—	>3	—	—	ФТ-2
	4	4,2	5	0,11	—	>3	—	41	
	8	4,7	6	0,16	—	>3	—	—	
	12	5,0	7	0,30	—	>3	—	—	
Фирмы «Геверт» 081	2	2,8	4,2	0,07	—	>3	—	—	С фенидоном
	4	3,8	6,5	0,10	—	>3	—	37	
	8	4,4	9	0,14	—	>3	—	—	
	12	4,7	10	0,20	—	>3	—	—	
Фирмы «Геверт» 081	2	3,7	2,8	0,07	—	>3	—	—	С циклогексаноном
	4	4,8	4,2	0,12	—	>3	—	37	
	8	5,6	4,8	0,18	—	>3	—	—	
Фирмы «Геверт» 082	2	2,9	2,8	0,08	—	>3	—	—	ФТ-2
	4	3,5	5,8	0,10	—	>3	—	38	
	8	3,8	6,8	0,14	—	>3	—	—	
	12	4,1	9	0,20	—	>3	—	—	
Фирмы «Геверт» 082	2	3,2	5,2	0,07	—	>3	—	—	С фенидоном
	4	4,4	8	0,10	—	>3	—	40	
	8	4,8	10	0,16	—	>3	—	—	
	12	5,2	12	0,18	—	>3	—	"	
Фирмы «Геверт» 082	2	4	2,2	0,07	—	>3	—	—	С циклогексаноном
	4	5,2	2,8	0,10	—	>3	—	32	
	8	5,8	3,0	0,14	—	>3	—	—	

Таблица 2

Характеристика фототехнических пленок и их применение в зависимости от задач процесса

Область применения	Отечественные фотослои								Фотослои *ORWO* (ГДР)	
	марка	светочувствительность по ГОСТу, *S*	коэффициент контрастности, γ	плотность вуали D_0	максимальная плотность, D_{max}	разрешающая способность, *R*	широта, *L*	рекомендуемый проявитель	марка	рекомендуемый проявитель
Изготовление тоновых диапозитивов в контактно-копировальном станке	ФТ-10	8-22	1,3	0,10	Не менее 2	Не менее 100	Не менее 1,2	ФТ-1	*FU*-2	№ 71, 72, 73
Изготовление тоновых негативов с тоновых одно- и многоцветных (не содержащих красного) оригиналов в репродукционном фотоаппарате. Изготовление цветокорректирующих масок при одноступенчатом маскировании в контактно-копировальном станке	ФТ-11	16-32	1,0	0,10	1,8	100	1,5	ФТ-1	*FO*-1 *FO*-2	№ 71, 72, 73, 76
Изготовление тоновых цветоделенных негативов с многоцветных оригиналов в репродукционном фотоаппарате	ФТ-12	65-130	1,0	0,15	1,8	73	1:5	ФТ-1	*FP*-1 *FP*-2	№ 71, 72, 73

Продолжение таблицы 2

Область применения	Отечественные фотослои								Фотослои *ORWO* (ГДР)	
	марка	светочувствительность по ГОСТу, S	коэффициент контрастности, γ	плотность вуали, D_o	максимальная плотность, D_{max}	разрешающая способность, R	широта, L	рекомендуемый проявитель	марка	рекомендуемый проявитель
Изготовление тоновых диапозитивов в контактно-копировальном станке с малоконтрастных (вялых) негативов. Изготовление масок в контактно-копировальном станке и репродукционном фотоаппарате. Изготовление тоновых негативов с вялых тоновых одноцветных оригиналов	ФТ-20	4	2-2,8	0,10	3,0	100	—	ФТ-1 ФТ-2	*FU*-3	№ 70-в, 71
Изготовление тоновых цветоделенных негативов с вялых многоцветных оригиналов	ФТ-22	8	2-2,8	0,12	3,0	100	—	ФТ-1 ФТ-2	*FP*-3	№ 70-в, 71

Продолжение таблицы 2

Область применения	Отечественные фотослои								Фотослои ORWO (ГДР)	
	марка	светочувствительность по ГОСТу, S	коэффициент контрастности, γ	плотность вуали D_o	максимальная плотность, D_{max}	разрешающая способность, R	широта, L	рекомендуемый проявитель	марка	рекомендуемый проявитель
Изготовление штриховых и растровых диапозитивов в контактно-копировальном станке. Изготовление градационных масок. Изготовление штриховых и текстовых изображений в репродукционном фотоаппарате (в части FO—41)	ФТ-30	Не менее 1	3,2	0,06	3,0	110	0,6-0,8	ФТ-2	*FO*-41	№ 71, 74
Изготовление штриховых и растровых негативов с одно — и многоцветных (не содержащих красного) оригиналов в репродукционном фотоаппарате. Изготовление в контактно-копировальном станке масок-компенсативов при двухступенчатом маскировании	ФТ-31	8-22	3,2	0,08	3,0	110	0,6-0,8	ФТ-2	*FO*-4	№ 70в, 71

Продолжение таблицы 2

Область применения	Отечественные фотослои								Фотослои ORWO (ГДР)	
	Марка	светочувствительность по ГОСТу, S	коэффициент контрастности, γ	плотность вуали, D_o	максимальная плотность, D_{max}	разрешающая способность, R	широта, L	рекомендуемый проявитель	марка	рекомендуемый проявитель
Изготовление штриховых и растровых цветоделенных негативов с многоцветных оригиналов в репродукционном фотоаппарате	ФТ-32	16	3,2	0,08	3,0	110	—	ФТ-2	*FP*-4	№ 70-в, 70
Изготовление штриховых и растровых негативов с одно- и многоцветных (не содержащих красного) оригиналов в репродукционном фотоаппарате. Изготовление растровых диапозитивов в контактно-копировальном станке	ФТ-41	8-22	4	0,08	2,5-3	120	0,8-1,0	ФТ-2	*FO*-5	№ 70, 74

Продолжение таблицы 2

Область применения	Отечественные фотослои								Фотослои *ORWO* (ГДР)	
	марка	светочувствительность по ГОСТу, S	коэффициент контрастности, γ	плотность вуали, D_o	максимальная плотность D_{max}	разрешающая способность, R	широта, L	рекомендуемый проявитель	марка	рекомендуемый проявитель
Изготовление штриховых и растровых диапозитивов в контактно-копировальном станке	ФТ-СК	Не менее 0,01	Не менее 5,0	0,08	3,0	—	0,4-0,6	ФТ-2	*FU*-5	№ 71, 74
Изготовление контактных растров.	ФТ-КР*									
Изгстовление негативов, не требующих градационной ретуши, с тоновых одноцветных оригиналов в репродукционном фотоаппарате	ФТ-КК** нижний слой	8-22	0,7-0,8	0,08	2,5-3	160	1,8	ФТ-1 ФТ-2		
	верхний слой	4-6	3-4							

* ФТ-КР состоит из двух орто- или двух панхроматических слоев
** ФТ-КК состоит из орто- и панхроматического слоя.

В репродукционной фотографии, особенно для растровых изображений, большое значение имеет разрешающая способность R, которая зависит от зернистости и ореолообразования фотослоя.

Под разрешающей способностью понимают способность фотослоя передавать раздельно наибольшее количество штрихов на 1 *мм* длины поверхности слоя. Разрешающую способность определяют резольвометром путем фотографирования с уменьшением специальных тест-объектов, называемых мирами. Отечественная стандартная мира содержит 25 групп штрихов. Смежные группы штрихов отличаются по ширине на 8%. Поскольку ширина штриха равна промежутку между ними, то на эти же 8% отличается и количество штрихов каждой группы.

Изображение миры на испытуемом фотослое называется резольвограммой. Резольвограмму рассматривают в микроскоп и визуально определяют группу, имеющую наибольшее количество раздельно переданных штрихов. Числом штрихов, приходящихся на 1 *мм* в этой группе, и оценивается разрешающая способность.

Разрешающая способность при прочих равных условиях повышается с уменьшением размеров микрокристаллов галоидного серебра и уменьшением толщины эмульсионного слоя. Противоореольный слой также несколько повышает разрешающую способность.

Разрешающая способность фотослоев, предназначенных для растровой съемки, должна быть наибольшая.

В полиграфической промышленности широко применяют отечественные фототехнические пленки, а также фотопленки ORWO производства фотофабрики г. Вольфен (ГДР), а в отдельных случаях и фирм «Кодак» (США), «Геверт» (Бельгия).

Отечественные фотопленки, предназначенные для репродукционных целей, обозначают маркой ФТ, т. е. фототехнические. За маркой следуют две цифры: первая характеризует коэффициент контрастности фотослоя, вторая — цветочувствительность (*1* — изоортохроматический фотослой, чувствительный ко всем лучам, кроме красных, *2* — изопанхроматический, чувствительный ко всем без исключения лучам видимого спектра, *О* — несенсибилизированный, чувствительный к фиолетовым, синим и голубым лучам).

Фототехнические пленки ORWO, предназначенные для репродуцирования, обозначают литерой «F». Следующая литера может быть «V» (несенсибилизированный), «О» (ортохроматический) или «Р» (панхроматический). Стоящая после литер цифра характеризует коэффициент контрастности фотослоя.

Свойства фотоматериалов, рекомендуемые проявители и области применения приведены в табл. 1 и 2.

ПРОЯВЛЕНИЕ ФОТОТЕХНИЧЕСКИХ ПЛЕНОК

Под влиянием света в количестве выше порога потемнения ничтожная часть микрокристаллов галоидного серебра фотослоя распадается, образуя атомарное серебро, которое составляет скрытое изображение. Происходит так называемый фотолиз галоидного серебра: $AgГ + h\nu = Ag + Г$. Частицы серебра, образовавшиеся в результате фотолиза, составляют скрытое изображение.

Чем больше света действовало на фотослой, тем больше поглощается квантов энергии и тем больше образуется атомарного серебра, составляющего скрытое изображение.

Центры скрытого изображения настолько малы, что видимы только в электронный микроскоп. Количество металлического серебра в скрытом изображении крайне мало. В процессе проявления количество серебра увеличивается в среднем в 5×10^{10} раз. Таким образом, процесс проявления увеличивает эффективность действия света почти во столько же раз, сколько миллиметров в окружности земного шара.

Проявление заключается в дальнейшем восстановлении галоидного серебра фотослоя проявляющим веществом с образованием металлического серебра. При этом проявляющее вещество (Red) окисляется (Ox), т. е. происходит окислительно-восстановительная реакция: $Red + AgГ = Ag + Ox + Г$.

Причем окислительно-восстановительная реакция, т. е. проявление, имеет селективный характер: галоидное серебро восстанавливается до металлического только на участках, содержащих скрытое изображение. Количество металлического серебра, восстановленного проявителем,

пропорционально количеству атомарного серебра в скрытом изображении.

Поверхность микрокристаллов эмульсии заряжена отрицательно. Активные частички проявляющего вещества также имеют отрицательный заряд. Поэтому частички проявляющего вещества не могут войти в контакт с микрокристаллами. Центры скрытого изображения снижают отрицательный заряд с части поверхности микрокристалла. Это делает возможным контакт частиц проявляющего вещества с микрокристаллами, в результате чего галоидное серебро восстанавливается до металлического. Восстановленное проявителем металлическое серебро расширяет зону возможного контакта частичек проявителя с поверхностью микрокристалла. Таким образом, процесс проявления со временем ускоряется, так как увеличивается количество металлического серебра, являющегося катализатором процесса. Это ускорение не одинаково в различных участках фотослоя. Там, где больше центров скрытого изображения, процесс проявления начинается раньше и его ускорение будет наибольшим.

Оптическая плотность изображения не может увеличиваться бесконечно. Когда все галоидное серебро будет восстановлено проявителем, оптическая плотность достигнет наибольшего значения. Поэтому при чрезмерно большой экспозиции количество освещения в двух-трех наиболее освещенных полях шкалы может быть достаточным для образования наибольшей оптической плотности. В этом случае будут потеряны детали в светах изображения. При недостаточной экспозиции возможно, что наименее яркие поля шкалы получат количество освещения меньше порога потемнения, в результате будут потеряны детали в тенях изображения.

С увеличением времени проявления повышается контрастность изображения, т. е. способность фотослоя передавать одинаковый интервал экспозиций различным интервалом почернений. Чем больше разница в почернении, тем больше контрастность изображения.

Но контрастность не увеличивается до бесконечности и, достигнув наибольшего значения, начинает уменьшаться при дальнейшем увеличении времени проявления. Это происходит в результате того, что оптическая плотность наиболее освещенных участков достигла предельного значения и больше не увеличивается, а менее освещенные

участки продолжают увеличивать плотность. Таким образом, при очень большом времени проявления весь фотослой приобретает одинаковую наибольшую плотность независимо от скрытого изображения.

В практических условиях, когда экспозиция и время проявления находятся в определенных пределах, коэффициент контрастности зависит от времени проявления, а оптическая плотность изображения — от экспозиции. Таким образом, появляется возможность регулировать контрастность изображения временем проявления, а величину почернений изображений — экспозицией.

Подавляющее большинство веществ, способных селективно восстанавливать галоидное серебро, относятся к продуктам бензола. Они получаются, если в молекуле бензола заместить атомы водорода по крайней мере двумя активными группами OH или NH_2. В случае группы OH образуются оксибензолы — гидрохинон, пирокатехин, пирогаллол, адурол; в случае группы NH_2 — фенилендиамины — парафенилендиамин. Вещества, содержащие группы OH и NH_2, относятся к аминофенолам — параминофенол, метол, глицин, амидол и др. К этому ряду не относится фенидон, имеющий другую химическую природу. В практике наибольшее применение нашли метол и гидрохинон. Реже применяется фенидон*. Другие проявляющие вещества используются крайне редко.

Гидрохинон способствует получению контрастных, большой плотности изображений без достаточной проработки светов негатива, а метол — малоконтрастных, малоплотных изображений с хорошей проработкой светов негатива. Изменяя содержание метола и гидрохинона, можно приготовить проявитель, удовлетворяющий любым требованиям получения тоновых изображений.

В последнее время метол нередко рекомендуется заменять фенидоном, количество которого уменьшают в 5—25 раз по сравнению с метолом. В процессе проявления в присутствии сульфита натрия продукты окисления фенидона, образующиеся при проявлении, вновь превращаются в фенидон. Это улучшает сохраняемость и увеличивает срок службы проявителя. Этому же способствует и большая сопротивляемость фенидона бромиду, чем метола. Фенидон-гидрохиноновые проявители дают

---

* I— фенил —3— пиразолидопа.

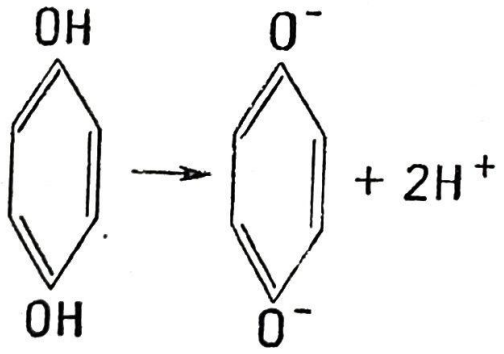
меньшую вуаль, большую контрастность изображения, чем метоло-гидрохиноновые. Фенидон имеет минимальную токсичность и меньше окрашивает руки. Недостатком фенидон-гидрохиноновых проявителей является плохая сохраняемость при повышенной температуре.

Оптимальное содержание проявляющих веществ в проявителе устанавливают по порогу концентрации, т. е. по той наименьшей концентрации, при которой достигается наибольшая скорость проявления. Дальнейшее повышение содержания проявляющего вещества может создать запас для предотвращения быстрого истощения проявителя, но не может повысить скорости проявления. С учетом некоторого запаса оптимальное количество проявляющего вещества составляет при pH 10—11 0,02—0,05 молей на 1 *л*, или около 3—6 *г/л*.

Проявляющие вещества диссоциируют в водных растворах. У оксибензолов активны ионы, а у фенилендиаминов — молекулы проявляющих веществ.

Концентрация активной формы резко увеличивается в присутствии ионов OH^-, т. е. в присутствии щелочи.

Например, в случае гидрохинона диссоциация идет по кислотному типу с образованием ионов H^+.

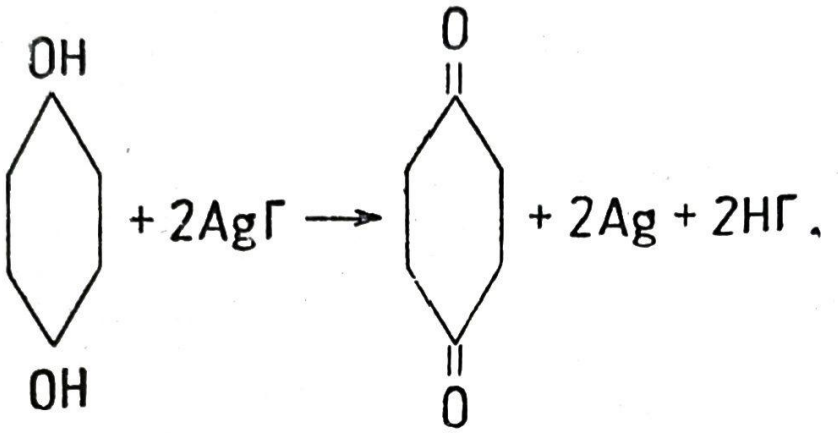


Введение ионов OH^- в раствор приводит к связыванию ионов H^+ с образованием воды. В результате равновесие реакции диссоциации смещается вправо с образованием новых ионов H^+ и активных ионов проявляющего вещества.

У фенилендиаминов диссоциация идет по щелочному типу, поэтому образуются положительные ионы проявляющего вещества. Добавление щелочи смещает равновесие влево, т. е. уменьшает диссоциацию. Этим увеличивается количество недиссоциированных молекул, которые в данном случае являются более активной формой.

Таким образом, в присутствии щелочи проявление ускоряется. Ясно, что важен не вид щелочи, а pH, которое она создает.

В процессе проявления образуется галоидно-водородная кислота



на нейтрализацию которой расходуется щелочь: $HГ + NaOH = H_2O + NaГ$. Поэтому важно, чтобы щелочь обладала буферными свойствами, т. е. автоматически поддерживала постоянную щелочность раствора за счет диссоциации молекул, что приводит к пополнению ионов OH^- расходующихся на нейтрализацию галоидноводородной кислоты.

Рассмотрим некоторые свойства щелочей, указанных в табл. 3.

Таблица 3

Характеристика щелочей, применяемых для проявителей

Название щелочи	Формула	Молекулярный вес	Наиболее часто применяемая концентрация, *г/л*	pH раствора проявителя	Эквивалентное количество
Бура кристаллическая	$Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$	381,44	7,5	8,5-9,0	1,89
Бура безводная	$Na_2B_4O_7$	201,27	2	8,5-9,0	1
Сода кристаллическая	$Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$	286,17	185	9,5-10,5	1
Сода безводная	Na_2CO_3	106,00	48	9,5-10,5	0,371
Поташ	K_2CO_3	138,20	40	10,5-11,0	0,483
Едкий натр	NaOH	40,01	37,5	11,5-12	1
Едкий калий	KOH	56,10	50	11,5-12	1,4

Бура, величина pH растворов которой не велика, применяется для медленно работающих проявителей. Едкие щелочи практически полностью диссоциируют и поэтому не имеют буферных свойств. Проявители с едкими щелочами обеспечивают очень высокую скорость проявления и высокую контрастность изображения, но быстро истощаются. Поэтому их необходимо часто корректировать введением в проявитель свежих порций щелочи.

На практике чаще всего применяют углекислые щелочи — соду и поташ. Их концентрация должна быть достаточной для поддержания буферных свойств проявителя. По сравнению с проявителем с содой проявитель с поташем имеет чуть более высокое значение pH и работает несколько быстрее и контрастнее, чем проявитель с содой.

Эквивалентные количества щелочей указаны в табл. 3. Они исходят из молекулярного веса соединений. Например, молекулярный вес соды безводной равен 106, а кристаллической, содержащей 10 молекул воды,— 286. Следовательно, кристаллической соды надо брать в 286:106=2,7 раза больше, чем безводной.

В проявитель обязательно вводят сульфит натрия. Он может быть безводным (молекулярный вес 126) или кристаллическим, содержащим семь молекул воды (молекулярный вес 252). Следовательно, его эквивалентное значение 252:126=2.

Сульфит натрия предохраняет проявляющее вещество от окисления кислородом воздуха и увеличивает молекулярный выход реакции проявления. Если бы проявление происходило без сульфита натрия, то одна молекула, например, гидрохинона, восстанавливала бы два атома металлического серебра. В присутствии сульфита натрия восстанавливается четыре атома металлического серебра. Это объясняется тем, что в присутствии сульфита натрия молекула гидрохинона, восстановив два атома металлического серебра, переходит не в хинон, не обладающий проявляющими свойствами, а в моносульфогидрохинон. Последний, обладая проявляющими свойствами, восстанавливает еще два атома металлического серебра. Образующийся при этом дисульфогидрохинон уже не обладает проявляющими свойствами. Практически не все молекулы гидрохинона переходят в моносульфогидрохинон, поэтому молекулярный выход увеличивается не в 2,

а в 1,7—1,9 раза. Низший предел концентрации сульфита натрия в проявителе — 4 моля на 1 моль проявляющего вещества. Так как проявляющего вещества берут 0,05 моля, то сульфита натрия надо брать не менее $0{,}05 \times 4 = 0{,}2$ моля, т. е. 25 *г/л* безводного или 50 *г/л* кристаллического.

С увеличением концентрации сульфита натрия несколько уменьшается зернистость проявленного изображения.

Верхним пределом концентрации сульфита натрия является 120 *г/л*. При более высоких концентрациях повышается растворимость галоидного серебра в проявителе, в результате чего образуется дихроическая вуаль.

Указанные концентрации компонентов проявителя являются оптимальными. Дальнейшее повышение концентрации обычно не имеет смысла, так как не приведет ни к повышению скорости проявления, ни к увеличению службы проявителя. Последнее объясняется тем, что образующиеся в процессе проявления продукты реакции, например бромиды, отрицательно влияют на качество проявленного изображения.

Указанные оптимальные концентрации поддерживают постоянные рабочие свойства проявителя в определенных пределах, соответствующих такому количеству проявленного изображения, при котором отрицательное влияние продуктов реакции проявления снижает качество проявленного изображения в допустимых пределах.

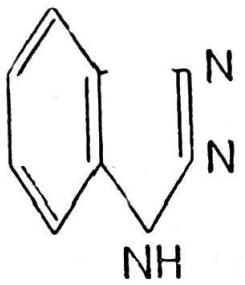
В проявитель вводят противовуалирующую добавку, чаще всего бромистый калий. При проявлении образуется свободный бромид, что замедляет процесс проявления. Такое замедление положительно влияет на проявление неосвещенных и слабоосвещенных участков, повышается селективность действия проявителя и, следовательно, повышается контрастность изображения. Это можно объяснить тем, что в неосвещенных участках проявление начинается значительно позже и добавка отрицательных ионов бромида еще более увеличивает время начала проявления. В сильно освещенных участках, имеющих много центров проявления, вероятность замедления времени до начала проявления незначительна, а начавшись, процесс проявления будет самоускоряться.

Содержание бромистого калия колеблется от 1 до 10 *г/л*, при более высоком содержании повышается раст-

воримость галоидного серебра в проявителе, что может привести к образованию дихроической вуали. В быстроработающих проявителях с параформальдегидом содержание бромидного калия может быть повышено. Это объясняется тем, что в этих проявителях проявление изображения происходит быстрее образования дихроической вуали.

Наиболее распространенные проявители фототехнических пленок содержат бромистый калий в количестве 3 *г/л* для проявления тоновых изображений и 6 *г/л* для проявления штриховых и растровых изображений.

В последнее время в качестве противовуалирующих веществ рекомендуется применять некоторые органические соединения, содержащие группы —NH, —SH, —CH и способные образовывать с ионами серебра малорастворимые соли. Из этих соединений наибольшее распространение получил бензотриазол



Бензотриазол оказывает более сильное противовуалирующее действие и в отличие от бромистого калия не вызывает образования дихроической вуали. Бензотриазол в комбинации с бромистым калием используют в случае, когда недопустимо образование даже незначительной вуали, или при проявлении фотослоев, склонных к сильному вуалированию.

Проявители представляют собой водные растворы. Водопроводная вода содержит соли двухвалентных металлов, придающих ей жесткость. Последняя бывает временной и постоянной. Временная жесткость обусловлена присутствием двууглекислого кальция, двууглекислого магния и иногда двууглекислого железа. Постоянная жесткость зависит от присутствия серпокислого и хлористого кальция и магния. Жесткая вода затрудняет приготовление проявителя и может вызвать дефекты, например налет на проявленном изображении, так называемую кальциевую сетку. Поэтому для проявителя лучше при-

менять мягкую воду — снеговую, дождевую и т. п., а водопроводную воду необходимо предварительно прокипятить. При этом устраняется временная жесткость за счет превращения растворимых двууглекислых солей в нерастворимые углекислые, выпадающие в осадок (накипь); образующийся при этом газ улетучивается. Одновременно при кипячении удаляются и газообразные продукты, обычно содержащиеся в водопроводной воде.

В отстоявшейся теплой (около 50°) кипяченой воде растворяют, при перемешивании, метол. После растворения метола в раствор немедленно вводят сульфит натрия, затем последовательно гидрохинон, щелочь, бромистый калий. Сульфит натрия предохраняет проявляющие вещества от окисления, поэтому его желательнее растворять первым, но метол плохо растворяется в растворе сульфита натрия, что вынуждает растворять первым метол. В целях предохранения метола от окисления можно растворить сначала небольшое (приблизительно 0,1 часть) количество сульфита натрия, а затем метол.

В случае применения фенидона его растворяют после сульфита натрия, гидрохинона и щелочи при 50—80°, присутствие щелочи и увеличение температуры повышает растворимость фенидона.

Необходимо помнить, что каждое последующее вещество вводится только после полного растворения предыдущего и при постоянном перемешивании раствора.

После полного растворения веществ раствор фильтруют через вату и отстаивают в закрытом сосуде. На другой день проявитель аккуратно сливается без взбалтывания легкого, выпавшего на дно осадка.

Правильно приготовленный проявитель слегка окрашен и прозрачен.

В процессе проявления проявитель необходимо активно перемешивать (например, покачивая кювету). При недостаточном перемешивании возникают краевые эффекты: одинаково экспонированный участок фотослоя на границе с более сильно экспонированным имеет пониженную плотность, что происходит в результате более интенсивного истощения проявителя над сильно экспонированным участком.

Энергичное перемешивание особенно необходимо в начальный период проявления, т. е. в период индукции, когда видимого изображения еще нет.

Объясняется это тем, что из-за автокаталитичности процесса скорость проявления резко возрастает (рис. 8). Однако от точки *О* скорость проявления начинает понижаться вследствие недостатка галоидного серебра, содержание которого в фотослое ограничено. Наибольшее количество проявленных микрокристаллов серебра прихо-

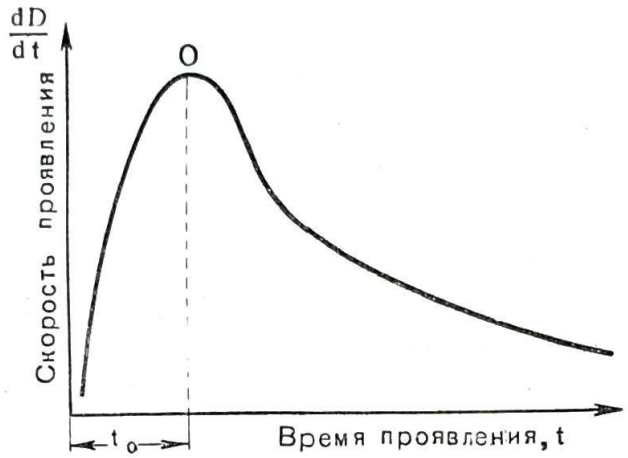


Рис. 8. Зависимость скорости проявления от времени проявления

дится на период индукции, т. е. тогда, когда простым глазом изображение еще не видимо. После того, как изображение становится видимым, количество проявленных микрокристаллов серебра, необходимых для получения требуемой оптической плотности, например, равной 3, увеличивается всего в 10^3 раз, в то время как в период индукции оно увеличивается в 10^7 раз. Таким образом, основной процесс проявления приходится на период индукции. Поэтому очень важно обеспечить одновременное и равномерное покрытие всей площади фотослоя проявителем при внесении пленки в кювету. Так как это требование трудно выполнить в темноте (особенно, если пленка большого формата), то рекомендуется предварительно выдержать фотопленку в кювете с чистой водой в течение 3—5 *мин.*

На качество проявленного изображения сильно влияет температура проявителя. В связи с этим важно знать изменение скорости проявления при изменении температуры на 10° (чаще всего в интервале 15—25°). Для этого по семействам характеристических кривых, проявленных при температуре 15 и 25°, находят время проявления, необходимое для получения одинакового коэффи-

циента контрастности. Частное от деления времени проявления при температуре 25° на время проявления при температуре 15° называется температурным коэффициентом $T_к$.

Температурный коэффициент в незначительной степени зависит от интервала температур, значения коэффициента контрастности, при котором он определен, от сорта фотослоя и состава проявителя за исключением проявляющего вещества, которое резко влияет на значение $T_к$ Для метологидрохинонового проявителя $T_к = 1{,}7$, для метолового — 1,4, для гидрохинонового — 1,9.

Для учета влияния температуры предложены различные методы. Наибольшего внимания из них, по нашему мнению, заслуживает метод Стокса. Стоксом установлено, что между температурой проявителя и логарифмом времени проявления, необходимым для достижения одинакового контраста, существует линейная зависимость. Справедливость этого была подтверждена Чибисовым. График Стокса для фотослоев ФТ-10, ФТ-11 и ФТ-12, построенный на основе наших экспериментальных данных, представлен на рис. 9. По этому графику, зная температуру проявителя, можно определить время проявления, необходимое для получения требуемого коэффициента контрастности.

В условиях фотомеханических цехов подобные графики следует строить по данным съемки в фотоаппарате тоновой ступенчатой шкалы. Для этого фотопленку с экспонированным изображением ступенчатой тоновой шкалы разрезают на шесть частей так, чтобы в каждой из них были все поля. Три части проявляют при температуре 15° в течение 2, 4 и 8 *мин*, другие три — в течение этого же времени и температуре 25°. После обработки пленок измеряют оптические плотности всех полей, и по полученным данным строят графики зависимости оптических плотностей полей шкалы и полученных негативов, по которым определяют значение коэффициентов контрастности при данной температуре и данном времени проявления, затем строят график Стокса.

При проявлении фотослоев ФТ-10 и ФТ-11, допускающих визуальный контроль при защитном освещении лаборатории, может быть использован фактор проявления, предложенный Ваткинсом. Им установлено, что время проявления при данном проявителе, необходимое для

достижения коэффициента контрастности, равного 1, определяется уравнением $T_{пр} = Kt_0$, где K — коэффициент (фактор Ваткинса), а t_0 — время индукции, т. е. время проявления до появления первых следов изображения.

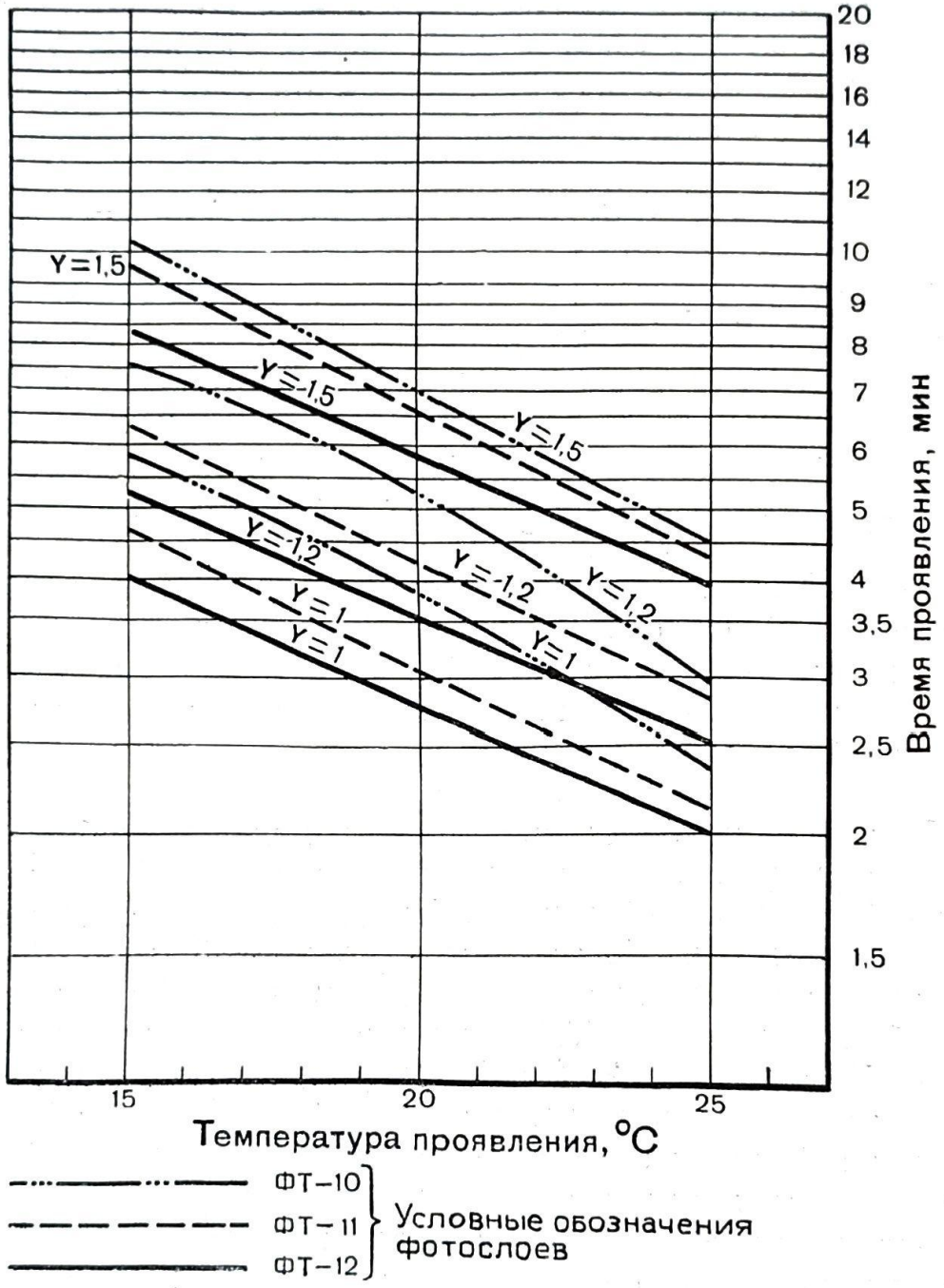


Рис. 9. Зависимость времени проявления от температуры проявителя (по Стоксу)

Фактор проявления не зависит от температуры и концентрации проявителя, но зависит от проявляющего вещества и содержания бромистого калия. Полученные нами значения фактора Ваткинса для фотослоев ФТ-10 и

ФТ-11 при проявлении в проявителе ФТ-1 показаны на рис. 10. Измерив время индукции, находят по графику значение фактора Ваткинса и путем умножения времени индукции на значения фактора определяют время проявления, необходимое для получения заданного коэффициента контрастности.

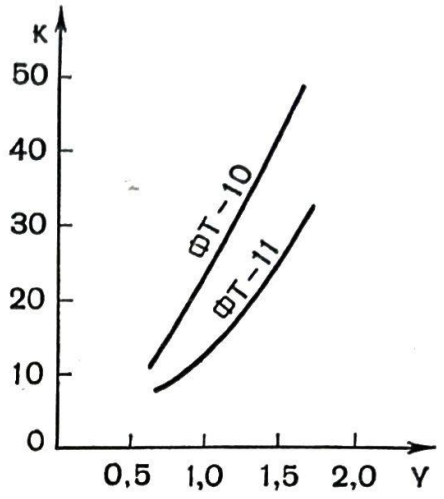


Рис. 10. Зависимость фактора Ваткинса от коэффициента контрастности

В фотомеханических цехах крупных полиграфических предприятий, имеющих большой объем работ, целесообразно иметь устройства, поддерживающие постоянную температуру проявителя, например, проявительную установку для нормализованного проявления типа РПП-4.

В процессе проявления проявитель истощается вследствие расхода проявляющих веществ, сульфита натрия и щелочи. Рабочие свойства проявителя поддерживаются избытком проявляющих веществ, сульфита натрия и щелочи, обладающей буферными свойствами. Естественно, что после израсходования запаса этих веществ проявитель теряет проявляющие свойства. Однако задолго до физического истощения проявитель теряет оптимальные первоначальные рабочие свойства из-за влияния продуктов реакции, накопляющихся в проявителе. К ним относятся продукты окисления проявителя и сульфита натрия и ионы брома. Последние оказывают отрицательное влияние в наибольшей степени, так как сравнительно небольшое количество бромида резко изменяет свойства проявителя.

Под влиянием продуктов реакции уменьшается контрастность и оптическая плотность изображения, ухудшается проработка деталей, увеличивается время индукции и общее время проявления. Строго говоря, из-за накопления продуктов реакции рабочие свойства проявителя изменяются после проявления первой пленки. Однако пока эти изменения лишь в незначительной степени ухудшают качество проявленного изображения, их можно считать допустимыми. Для средних условий считает-

ся, что в 1 *л* проявителя можно проявить от 1 до 3 тыс. *см*^{2} площади фотоизображения. По данным В. Д. Глушко и Е. Т. Акоевой, в случае проявления фотослоя ФТ-30 с допуском по D_{max} и γ 0,1 в 1 *л* проявителя ФТ-2 можно проявить несколько большее количество, однако заметное изменение наступает после проявления 2 тыс. *см*^{2} (табл. 4).

Изменение рабочих свойств проявителя — серьезное препятствие нормализации процесса получения фотоизображений с заданными параметрами (D_{max}, γ, ΔD). При отсутствии специальных устройств, автоматически поддерживающих требуемые рабочие свойства проявителя, отрицательное влияние на качество проявления продуктов реакции можно в известной степени компенсировать увеличением времени проявления каждого последующего изображения. Так, по данным Э. С. Карпенко (рис. 11) при проявлении фотослоя ФТ-11 в 1 *л* проявителя ФТ-1 можно добиться постоянных значений D_{max} и γ в том случае, если после проявления 5 тыс. *см*^{2} изображения увеличить время проявления в 1,5 раза. После того как будут проявлены 10 тыс. *см*^{2} изображения, увеличение времени проявления не дает каких-либо положительных результатов.

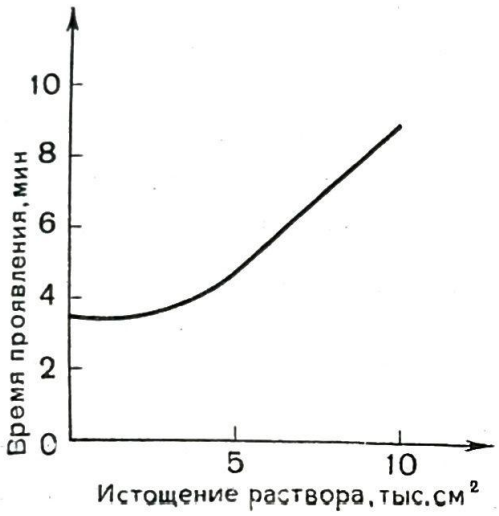


Рис. 11. Зависимость времени проявления от истощаемости проявителя

На практике подобные зависимости лучше получать для конкретных условий цеха на основании данных, полученных при съемке тоновой ступенчатой шкалы. Естественно, что эти данные будут справедливы только для определенного фотослоя и проявителя. Кроме того, приведенный метод расчета очень трудоемкий и не всегда гарантирует большую точность. Более удобны и надежны специальные устройства, например проявительные установки для нормализованного проявления пленки. Принцип их действия основан на том, что в проявитель по мере истощения добавляется автоматически в количестве, равном естественной убыли проявителя, выносимо-

го вместе с фотопленкой после проявления, подкрепляющий раствор, представляющий собой проявитель удвоенной концентрации без бромистого калия. Подкрепляющий раствор восстанавливает рабочие свойства проявителя. Данные испытаний установки типа РПП-4 для фотослоя ФТ-1 приведены в табл. 5.

Из табл. 5 видно, что при проявлении 50 тыс. $см^2$ площади фотослоя в 1 *л* проявителя, автоматически подкрепляемого восстанавливающим раствором, D_{max} и γ изменяются не более чем на 0,1. Таким образом, применяя установку РПП-4, в 1 *л* проявителя можно проявить почти в 10 раз больше фотопленки, обеспечивая при этом требуемое качество изображения. Кроме того, уменьшается в 2 раза расход проявляющих веществ. Однако необходимо отметить, что проявляющие установки, выпускаемые в настоящее время Одесским заводом полиграфического машиностроения, имеют ряд недостатков, без устранения которых потребителем установка не может нормально эксплуатироваться.

В ближайшее время установки такого типа будут снабжаться инфракрасным денситометром, измеряющим оптическую плотность в процессе проявления. В этом случае оператор получит сигнал тогда, когда оптическая плотность проявленного изображения достигнет заданного значения. Это еще в большей степени повысит надежность процесса.

Вышеизложенное относилось к проявителям, содержащим проявляющие вещества, относящиеся к производным бензола, сульфит натрия, щелочи и бромистый калий.

Для проявления особо контрастных фотослоев типа ФТ-СК, F0-5, предназначенных для растровых изображений, начинают применяться проявители, основанные на так называемом инфекционном проявлении. Суть его заключается в проявлении зерен галоидного серебра, получивших недостаточную засветку, но находящихся рядом с проявляемыми зернами. В этом случае продукты окисления гидрохинона являются катализаторами процесса. Они оказывают каталитическое действие только в том случае, если концентрация сульфита натрия в проявителе не будет превышать 1%. Обычно в этих проявителях роль сульфита натрия как сохраняющего вещества выполняет параформальдегид. Такие про-

Таблица 4

Истощение проявителя ФТ-2 при проявлении фотослоя ФТ-30

Показатели	Площадь фотослоя в тыс. $см^2$							
	1	2	3	4	6	8	12	16
pH	10,09	10,04	9,98	9,85	9,80	9,73	9,67	9,53
Концентрация бромида, г/л	5,90	6,40	7,14	7,62	8,81	8,76	10,83	12,50
D_{max}	2,80	2,80	2,79	2,77	2,76	2,74	2,62	2,52
γ	3,25	3,25	3,20	3,10	3,00	3,00	2,90	2,85

Таблица 5

Изменение D_{max} и γ при проявлении фотослоя ФТ-21 в проявительной установке РПП-4

Показатели	Площадь фотослоя в тыс. $см^2$									
	0	6	10	17	27	36	45	55	80	100
γ	2,40	2,40	2,41	2,39	2,42	2,41	2,45	2,30	2,10	1,95
D_{max}	2,92	2,86	3,00	3,00	2,92	2,92	3,00	2,74	2,70	2,62

явители повышают контрастность изображения, уменьшают область недодержек, но сокращают и фотографическую широту. Эти проявители плохо сохраняются, практически не имеют буферных свойств и быстро теряют рабочие свойства. Поэтому они требуют непрерывного применения подкрепляющих растворов и частой замены. Работы по усовершенствованию таких проявителей проводятся рядом научных учреждений.

ОБРАБОТКА ПРОЯВЛЕННОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ

После проявления в фотослое остается значительное количество (около 80%) галоидного серебра. Галоидное серебро непрозрачно, молочно-мутное с желтоватым оттенком, поэтому его присутствие в проявленном фотослое искажает градационную передачу изображения. Кроме того, галоидное серебро под действием света разлагается с образованием металлического серебра, что со временем приводит к полному потемнению фотографического изображения.

Процесс удаления из проявленного фотослоя оставшегося галоидного серебра называется фиксированием или закреплением.

В настоящее время для фиксирования применяют растворы тиосульфата (гипосульфита) натрия. Взаимодействие галоидного серебра с тиосульфатом натрия происходит в две стадии:

$$AgBr + Na_2S_2O_3 = NaBr + Na[Ag(S_2O_3)]$$

$$Na[Ag(S_2O_3)] + Na_2S_2O_3 = Na_3[Ag(S_2O_3)_2]$$

Соль $Na[Ag(S_2O_3)]$ плохо растворима в воде. Поэтому если фиксирование пройдет не до конца, то нерастворимые продукты не будут удалены из фотослоя при промывке и впоследствии могут, разлагаясь, испортить изображение. Поэтому требуется производить фиксирование в растворах сравнительно высокой концентрации в течение достаточного времени. Обычно для фиксирования применяют растворы, содержащие 25—30% тиосульфата натрия. Время фиксирования считают достаточным, если оно не менее чем в 2 раза превышает время осветления

изображения. Осветление можно легко проконтролировать по исчезновению желтовато-молочной окраски фотослоя, рассматривая пленку со стороны подложки. Осветление свидетельствует о прошедшей реакции галоидного серебра с тиосульфатом натрия, но не указывает на завершение образования растворимого содержащего серебро соединения. В свежих фиксажных растворах просветление наступает через 2—3 *мин*, а общее время фиксирования не должно быть менее 4—6 *мин* (для большей уверенности изображение можно продержать в фиксаже 10—15 *мин*).

Однако не следует слишком увеличивать время фиксирования, так как в фиксажных растворах происходит, хотя и очень медленное, растворение металлического серебра изображения (за 20 *ч* растворяется приблизительно 25% всего металлического серебра).

Скорость фиксирования зависит от концентрации тиосульфата натрия, температуры раствора, интенсивности перемешивания и степени истощения фиксажа. С повышением концентрации тиосульфата натрия скорость фиксирования возрастает, достигая максимального значения приблизительно при 40%-ном содержании. Дальнейшее повышение концентрации снижает скорость фиксирования из-за повышения вязкости раствора, замедляющей процесс диффузии. При повышении температуры и интенсивности перемешивания также повышается скорость фиксирования. Без перемешивания раствора фиксирование может вообще прекратиться.

Простой фиксаж представляет собой 25—30%-ный раствор тиосульфата натрия. Он имеет щелочную реакцию (pH около 9), поэтому оставшийся в фотослое проявитель, попав в фиксаж, не теряет своих проявляющих свойств. Продолжающийся процесс проявления может привести к образованию пятен, особенно при всплывании фотопленки под влиянием пузырьков воздуха.

Поэтому после окончания процесса проявления пленку необходимо промыть, чтобы исключить возможность дальнейшего проявления. Однако нередко и промывки недостаточно, так как полное удаление проявителя из фотослоя требует значительного времени. Поэтому проявленное изображение обрабатывают в так называемых стоп-ваннах, содержащих растворы слабых кислот, например 3%-ный раствор уксусной кислоты. Кислота ней-

трализует щелочь проявителя, и последний теряет проявляющую способность.

Простому фиксажу свойствен другой, не менее существенный недостаток. Проявитель, попав в фиксаж, восстанавливает металлическое серебро из его соединений, находящихся в растворе. В результате фиксаж загрязняется, а восстановленное в растворе атомарное серебро, будучи нерастворимо, оседает на изображение и создает дихроическую вуаль.

Лучшее качество изображения обеспечивает кислый фиксаж, для чего простой фиксаж подкисляют очень слабыми кислотами или кислыми солями, например уксусной или борной кислотой, бисульфитом натрия, метабисульфитом калия и др. Чаще применяют метабисульфит калия в количестве 20 *г/л*.

Для кислого фиксажа иногда рекомендуется применять сульфит натрия и серную кислоту, однако такие рекомендации не оправданы, хотя и обеспечивают желаемый результат. Прежде всего, применяя эти вещества, необходимо строго соблюдать определенную последовательность приготовления раствора, очень точные пропорции серной кислоты и сульфита натрия, оперировать с концентрированной серной кислотой. Возможно частичное разложение гипосульфита с выделением серы, имеющей неприятный запах и др.

В кислом фиксаже в результате нейтрализации щелочи проявитель теряет проявляющие свойства, что исключает возможность образования пятен, дихроической вуали и загрязнения фиксажа восстановленным металлическим серебром. При кислом фиксаже можно не применять стоп-раствор и промывать в воде проявленное изображение. Однако для точных работ, несмотря на кислый фиксаж, все же следует рекомендовать применение стоп-ванн.

С целью ускорения процесса фиксирования можно применять быстрый фиксаж. Он состоит из тиосульфата натрия и хлористого аммония. В результате реакции образуется тиосульфат аммония, растворяющий галоидное

$$Na_2S_2O_3 + 2NH_4Cl \rightleftharpoons (NH_4)_2S_2O_3 + 2NaCl$$

серебро лучше тиосульфата натрия. Непосредственное применение тиосульфата аммония вместо тиосульфата

натрия неудобно, потому что он плохо сохраняется из-за большой гигроскопичности.

Кислый фиксаж предохраняет желатин фотослоя от чрезмерного набухания и размягчения, а также способствует обесцвечиванию противоореольного слоя.

Если желатин фотослоя плохо задублен или если пленку обрабатывают при повышенной температуре, то фотослой сильно размягчается, а иногда и плавится под пальцами рук. В этом случае рекомендуется применять дубящий фиксаж, содержащий дополнительно 10—15 *г/л* алюмокалиевых или хромокалиевых квасцов. Иногда применяют и другие дубящие вещества, например, формалин.

Фиксажные растворы готовят путем растворения в теплой воде тиосульфата натрия. Теплая вода необходима для ускорения растворения, а также потому, что при растворении тиосульфата натрия резко снижается температура раствора. После полного растворения гипосульфита натрия растворяют последующие компоненты — хлористый аммоний и метабисульфит калия. Готовый раствор должен быть бесцветным и прозрачным.

По мере истощения фиксажного раствора скорость фиксирования замедляется. Если негатив осветляется в 2 раза медленнее, чем в свежем растворе, то фиксаж необходимо заменить. Недопустимо использовать окрашенные фиксажные растворы, содержащие осадок или взвеси. В 1 *л* простого и быстрого фиксажа можно фиксировать 5—6 тыс. *см*^{2} площади фотослоя, а в 1 *л* кислого фиксажа — 6—7 тыс. *см*^{2} площади фотослоя.

После фиксирования фотографический слой промывают в воде для удаления из него серебрянотиосульфатных соединений и тиосульфата натрия, которые диффундируют в воду. Промывать фотослой рекомендуется в проточной воде, вместе с которой будут удаляться указанные соединения. Поэтому качественная промывка практически возможна только в проточной воде.

Необходимо помнить, что рассмотренный выше процесс растворения галоидного серебра в тиосульфате натрия обратимый, поэтому в отфиксированном, но не промытом слое имеется некоторое количество нерастворимого тиосульфата серебра и плохо растворимого комплекса $Na[AgS_2O_3]$. При промывке из фотослоя в первую очередь удаляется тиосульфат натрия, а не растворимая

комплексная соль, образовавшаяся в заключительной стадии фиксирования вследствие ее большого молекулярного веса. Удаление тиосульфата натрия сместит равновесие реакции в сторону образования малорастворимого комплекса.

При плохой промывке в фотослое останутся вещества, содержащие серу и серебро. Со временем они разлагаются, и образующееся сернистое серебро вызывает появление темно-коричневых пятен на изображении. Особенно это важно для фотобумаг, тем более, что продукты реакции, закрепляясь в толще волокон подложки, значительно затрудняют процесс их удаления. Качественная промывка важна также для изображений, подлежащих дальнейшей химической обработке, особенно усилению.

Продолжительность промывки зависит от скорости смены воды, толщины слоя протекающей воды над фотослоем, температуры, степени задубливания фотослоя, толщины фотослоя и других причин. Для промывки фототехнических фотопленок в проточной воде достаточно 20—30 *мин* при условии, что толщина слоя воды над фотослоем не менее 0,5 *см*. Так как практически в промывном баке обычно находится несколько фотопленок, которые частично касаются друг друга, то время промывки желательно увеличить при обязательном периодическом изменении взаимного расположения фотопленок. При этом наиболее целесообразна нижняя подача струи воды и стекание самотеком в канализацию через щели или отверстия промывного бака, находящиеся в его верхней части по диагонали относительно входного отверстия.

О качестве промывки судят по наличию в промывной воде тиосульфата натрия, что проверяют специальным контрольным раствором, содержащим марганцевокислый калий (0,1 *г/л*) и едкий натрий (1 *г/л*). Контрольный раствор смешивают в соотношении 1:1 в одной пробирке с промывной водой, а в другой — с чистой водой. Через 30—60 *сек* сравнивают окраску растворов. При хорошем промывании (концентрация гипосульфита натрия 1:1 000 000 — 1:2 000 000) фиолетовая окраска раствора не изменяется, при недостаточном промывании (концентрация гипосульфита натрия 1:50 000 — 1:100 000) проба приобретает сине-зеленую окраску, при плохом промывании (концентрация гипосульфита натрия 1:30 000 — 1:50 000) — зеленую окраску.

Если после высушивания на поверхности изображения наблюдается белый порошкообразный или кристаллический налет в виде узора, то пленку следует немедленно дополнительно промыть, так как через несколько дней этот налет удалить очень трудно.

Если полученное изображение удовлетворяет требованиям качества, то его передают в отделение ретуши или монтажа. В некоторых случаях возникает необходимость в дополнительной обработке фотослоя путем ослабления и усиления. При химической ретуши репродукционных фотоформ применение процессов ослабления или усиления принципиально не зависит от ошибок, допущенных при изготовлении фотографических изображений, которые могут только увеличить объем работы.

В репродукционной технике наибольшее распространение получил процесс ослабления, заключающийся в удалении части серебра изображения. Все ослабители по характеру действия делятся на три группы:

1. Субтрактивные, или поверхностные, которые растворяют одинаковое количество серебра изображения независимо от количества его в фотослое. Следовательно, контрастность изображения не изменяется.

2. Пропорциональные, которые растворяют серебро изображения в количестве, пропорциональном его содержанию на данном участке изображения. Таким образом, если данный участок имеет, например, оптическую плотность в 2 раза большую, то и эффект ослабления будет в 2 раза больший. Следовательно, эти ослабители (ослабитель с марганцевокислым калием и серной кислотой, разбавленный ослабитель с красной кровяной солью) понижают контрастность изображения.

3. Сверхпропорциональные или суперпропорциональные, которые растворяют серебро изображения в тем большем количестве, чем его содержится на данном участке изображения. Таким образом, если, например, данный участок имеет оптическую плотность в 2 раза большую, то эффект ослабления будет в 3 раза большим. Следовательно, данный ослабитель с персульфатом аммония резко снижает контрастность изображения, особенно на участках, имеющих большую оптическую плотность.

При репродуцировании чаще всего применяют ослабитель с красной кровяной солью и гипосульфитом натрия в следующем соотношении: 35% раствора крас-

ной кровяной соли $K_3[Fe(CN_6)]$ и 35% раствора гипосульфита натрия; эти компоненты смешивают в равных объемах непосредственно перед употреблением, так как смесь растворов плохо сохраняется и быстро теряет свои рабочие свойства. Красная кровяная соль окисляет серебро изображения с образованием железосинеродистого серебра, которое нерастворимо в воде, но растворимо в гипосульфите натрия:

$$4Ag + 4K_3[Fe(CN)_6] \rightarrow Ag_4[Fe(CN)_6] + 3K_4[Fe(CN)_6$$

$$Ag_4[Fe(CN)_6] + 8Na_2S_2O_3 \rightarrow Na_4[Fe(CN)_6] +$$

$$+ 4Na_3[Ag(S_2O_3)_2]$$

Контролируют качество ослабления визуально. Следует помнить, что ослабление нужно прекратить несколько раньше желаемого эффекта, так как оно будет продолжаться и в начальной стадии промывки, поскольку потребуется некоторое время для удаления из фотослоя реагентов. По этой причине не следует применять обработки раздельными растворами, как это рекомендуется в ряде справочной литературы с целью экономии растворов. В этом случае затрудняется контроль эффекта ослабления, что может привести к неисправимым ошибкам. Ослабление изображений на позитивных фотослоях происходит, как правило, субтрактивно, независимо от концентрации ослабителя. Характер ослабления фотоизображений на негативных слоях изменяется в зависимости от концентрации ослабителя. Концентрированные растворы оказывают поверхностное действие и ослабляют субтрактивно, а разбавленные растворы проникают в толщу фотослоя и поэтому ослабляют пропорционально.

Характер ослабления особенно важен при ослаблении растровых изображений с целью корректуры тональности, т. е. размеров растровых точек.

Количество серебра на отдельных участках растровых точек неодинаково вследствие неодинакового количества действовавшего света. В центре точки серебра больше, чем по краям. При поверхностном ослаблении удаляется часть серебра, занимающая наибольшую площадь (рис. 12). При избытке металлического серебра в центре точки появляется возможность уменьшить размер точ-

ки, сохранив необходимую «копировальную» плотность, т. е. плотность, достаточную для копирования. При применении пропорциональных и тем более сверхпропорциональных ослабителей, оказывающих наибольший эффект в участках наибольших плотностей, оптическая плотность центральной части точки быстрее достигнет низшего предела, в то время как размер точки изменится незначительно. Поэтому при ослаблении растровых изображений пропорциональные и сверхпропорциональные ослабители не применяются.

Особенность растровых точек уменьшаться в размере при сохранении копировальной оптической плотности называют корректурным эффектом. Обычно он выражается в процентах, показывающих, на сколько может измениться площадь растровой точки при ослаблении до сохранения минимально необходимой (копировальной) оптической плотности. Корректурный эффект зависит от ряда причин: величины и условий экспозиции, времени проявления, состава проявителя, свойств фотослоя. Например, для фотослоя ФТ-30 и проявителя ФТ-2 при условии применения контактных растров корректурный эффект будет уменьшаться с увеличением времени проявления от 56% (проявление 2 *мин*) до 27% (проявление 12 *мин*).

Корректурный эффект растровых изображений, полученных контактным путем на особо контрастных фотослоях, при условии особо контрастных проявителей будет значительно меньшим или может исчезнуть вовсе (рис. 13).

Корректурный эффект для времени проявления, обеспечивающего оптимальный результат с точки зрения контрастности и наименьшей вуали для различных фотослоев, проявленных в различных проявителях, приведен в табл. 1.

Из большого числа различных усилителей технологическими инструкциями по фоторепродукционным процессам рекомендуются «медный» и «хромовый». Как правило, они применяются при незначительных недодержках или после ослабления с целью устранения повышенной вуали.

Усиление выполняют в два этапа — отбеливание и чернение. После отбеливания обязательна тщательная промывка.

При отбеливании образуется галоидное серебро, в результате чего изображение принимает молочно-желтоватую окраску. Процесс отбеливания контролируют визуально по окраске изображения со стороны подложки. Наличие желтоватого цвета в тенях изображения указывает на завершение процесса. Одновременно с галоидным серебром при отбеливании образуются нерастворимые бромистая медь (в случае медного усилителя) или трехвалентные соединения хрома (в случае хромового усилителя). Отбеленное изображение освещают непродолжительное время светом дуговой лампы и проявляют на свету. Под действием проявителя галоидное серебро восстанавливается до металлического, что приводит к почернению изображения. Эффект усиления получается за счет нерастворимых соединений, отложившихся в фотослое при отбеливании. Процесс усиления можно повторять многократно, однако относительно наибольшего эффекта достигают при первом цикле.

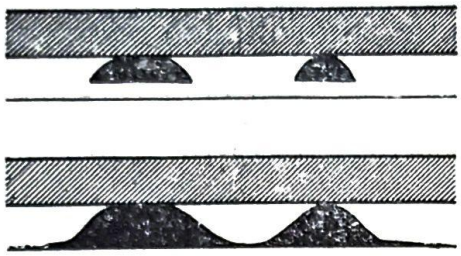


Рис. 12. Схема «травления» растровых точек, полученных прямой съемкой или через контактный растр на контрастных фотослоях

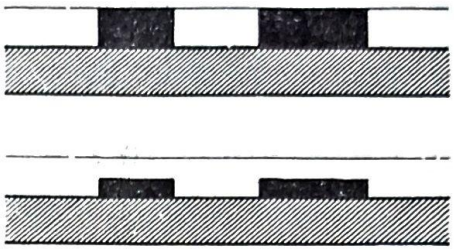


Рис. 13. Схема «травления» растровых точек, полученных при контратипировании на сверхконтрастных фотослоях

После промывки изображение высушивают, например, в потоке теплого (35—45°) воздуха, не вызывающего плавления желатина фотослоя, в течение 15—30 *мин*. Капли воды, задерживающиеся на пленке как со стороны фотослоя, так и со стороны подложки, замедляют процесс сушки, вызывают местную деформацию и оставляют следы на сухом слое, поэтому при выполнении ответственных работ, например при изготовлении контактных растров, фотослой после промывки (перед высушиванием) рекомендуется обработать 0,05%-ным раствором поверхностно-активного вещества ОП-10 или ОП-7.

В целях ускорения сушки мокрое изображение можно обработать спиртом ректификатом (96°) или, что еще лучше, абсолютным спиртом. Спирт, поглощающий влагу, обезводит слой набухшего желатина. Остаток спирта в слое быстро удаляется во время высушивания даже при комнатной температуре вследствие его большой летучести. Следует помнить, что сушка спиртом повышает оптическую плотность изображения.

При изготовлении фотоформ для многокрасочных работ на фотослое с триацетатной основой к процессу высушивания предъявляют повышенные требования в связи с деформацией основы.

Деформация подложки фотопленок на триацетатной основе является серьезным препятствием на пути достижения точной приводки. Деформация вызывается в основном двумя причинами. Во-первых, при обработке (проявлении, фиксировании, промывке) из основы пленки вымывается часть пластификатора, в результате при последующем высушивании основа даст усадку. Во-вторых, основа пленки набухает в воде и, следовательно, на ее размеры в сухом состоянии будут влиять температура и влажность воздуха. Положение осложняется еще и тем, что вследствие неравномерности структуры усадка основы будет неодинаковой в долевом и поперечном направлении. Усадка каждой партии основы будет разной.

Почти для всех многокрасочных репродукционных работ в полиграфической промышленности абсолютные размеры изображения не имеют особенного значения. Поэтому важно, чтобы усадка всех фотоформ одного сюжета была одинаковой.

Для уменьшения относительной усадки фотоформ в пределах комплекта одного сюжета необходимо соблюдать следующие условия:

1. Применять для одного процесса фотопленку одной партии. Например, для всех цветоделенных негативов применять фотопленку только с одного рулона или с одной пачки. Это же касается всех цветоделенных диапозитивов, контратипов и т. п.

2. Соблюдать одинаковое расположение изображения относительно длины рулона, так как усадка вдоль и поперек рулона не одинакова.

3. Учитывая, что время проявления относительно невелико, а разность времени проявления одного комплек-

та совсем незначительна, выдерживать одинаковое время фиксирования и промывания. При промывании следить за тем, чтобы температура воды, в которой промывается один комплект изображений, была постоянной. Это важно, так как усадка зависит от времени промывания и температуры. С увеличением времени промывания и повышением температуры увеличивается количество вымываемого пластификатора и набухаемость основы, а следовательно, увеличивается и усадка.

4. Перед высушиванием обработать фотоизображение в 2%-ном растворе мочевины в течение 10 *мин*; это способствует уменьшению усадки.

5. Высушивать фотоизображения при постоянной температуре и влажности помещения или, в крайнем случае, в естественных климатических условиях помещения без применения принудительной сушки в виде теплого воздуха или вентилятора. Лучше всего для этого использовать специальное помещение, в котором установить вешала для сушки пленок в вертикальном положении. Перед размещением пленок на вешала, дать стечь воде и проследить, не образовались ли местные скопления воды в виде потеков, капель и т. п.

Соблюдение указанных условий только уменьшит различие в размерах изображений, полностью устранить это различие можно лишь применяя пленки на так называемой недеформирующейся основе. Производство таких основ на базе полиэтилентерефталата (лавсан) в настоящее время осваивается отечественной промышленностью.

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА

Качество фотографического изображения характеризуется зависимостью фотографических почернений от количества действовавшего света. Для определения этой зависимости необходима контрольная тоновая шкала с известными оптическими плотностями полей и прибор, позволяющий измерить оптические плотности фотографического изображения этой шкалы.

Контроль общего количества действовавшего света осуществляют модулятором экспозиций.

Контроль общего количества действовавшего света осуществляют экспозиметром или люксметром с последующим контролем продолжительности действия света.

Контрастность изображения и абсолютные значения наибольшей оптической плотности зависят при прочих равных условиях от времени проявления. Рассмотрим технические средства контроля.

Контрольная тоновая шкала должна быть выполнена на белой глянцевой фотобумаге. Желательный интервал оптических плотностей смежных полей 0,1—0,15 единиц плотности, за ноль принимают плотность не экспонированной отфиксированной фотобумаги. Наибольшее почернение не менее 1,5. Таким образом, общее количество полей должно быть не менее десяти.

Контрольные цветные шкалы готовят из полей шкал цветового охвата, наклеивая их на плотную бумагу. Шкалы должны быть отпечатаны теми триадными красками, которые будут применяться для воспроизведения данного оригинала. Контрольная цветная шкала состоит из 64 полей, представляющих собой возможные комбинации из желтой, пурпурной и голубой красок, взятых в количествах, соответствующих нулевому, третьему, шестому и девятому полям девятипольной шкалы.

Иногда допустимо применять сокращенный модельный оригинал. В этом случае цветная контрольная шкала представляет собой «сплошняки» чистых триадных красок (желтая, пурпурная, голубая), их попарных сочетаний (оранжевая, зеленая, фиолетовая) и тройного сочетания (условно черная). Толщина слоя одной и той же краски во всех полях должна быть одинаковой. Сокращенный модельный оригинал обычно монтируют вместе с тоновой серой шкалой.

Денситометры. В отечественной промышленности применяется несколько типов денситометров для измерения оптической плотности (см. табл. 6).

Принципиальная схема денситометра ДФЭ-10 дана на рис. 14. От источника света *1* с помощью зеркал образуется два световых пучка. Один из них, пройдя через круглый измерительный оптический клин *2*, отверстие диафрагмы *3*, измеряемое почернение *4*, освещает поверхность измерительного фотоэлемента *5*. Второй пучок света проходит через компенсационный оптический клин *9*, серый светофильтр *8* и освещает поверхность компенсационного фотоэлемента *6*. Оба фотоэлемента включены навстречу друг другу, поэтому при равенстве их освещенности дают одинаковый ток, уравновешивающий галь-

ванометр *7*, стрелка которого в этом случае указывает на «*0*».

Для подготовки прибора к работе стрелку гальванометра устанавливают на «*0*». Для этого основной измерительный клин *2* ставят на «*0*», что соответствует размещению максимальной оптической плотности клина (*Д*-3) под фотоэлементом *5*, и вращением компенсационного клина *9* при опущенном тубусе с фотоэлементом *5* устанавливают стрелку гальванометра в положение «*0*». После этого помещают измеряемую оптическую плотность и вращением измерительного клина *2* устанавливают стрелку гальванометра на «*0*». Это значит, что суммарная плотность (измеряемая плюс плотность данного участка клина) вновь равна 3. Значение измеряемой плотности отсчитывают по шкале основного измерительного клина, отградуированного по разности.

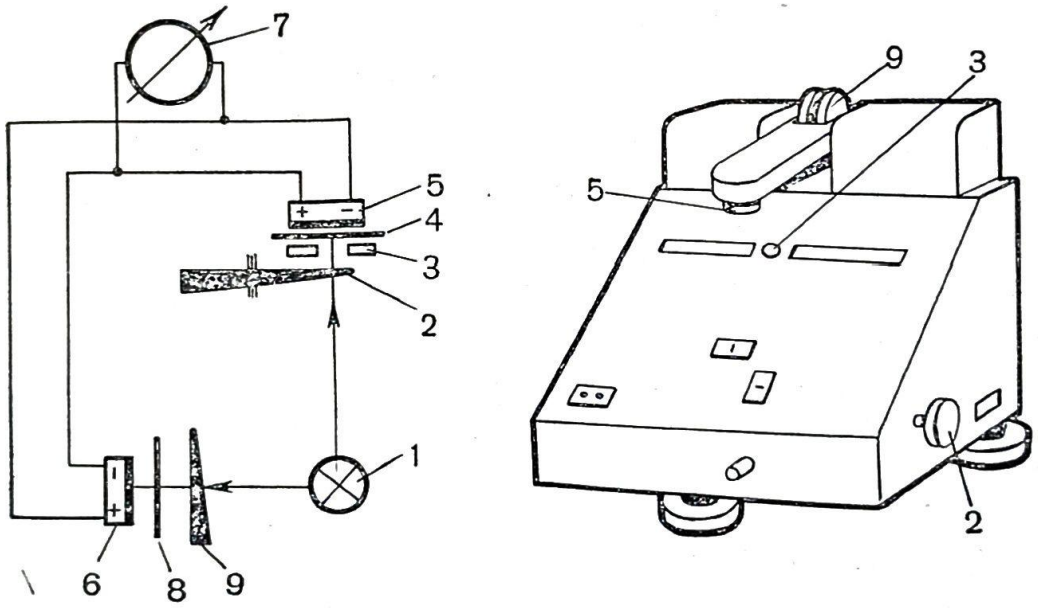


Рис. 14. Схема денситометра ДФЭ-10

Принципиальная схема денситометра «Визомат» (ГДР) показана на рис. 15. Он имеет два фотоэлемента *5*, включенных навстречу друг другу. Гальванометр *4* регистрирует ток в цепи фотоэлементов. Когда тока в цепи нет и стрелка гальванометра устанавливается на «*0*», фотоэлементы имеют одинаковую освещенность.

Прибор включается в сеть переменного тока тумблером *10*. Через 3—5 *мин* после включения прибора рычагом *12* опускают бленду *13* и устанавливают винтом *2* шкалу прибора *3* в нулевое положение, совмещая пока-

Таблица 6

Характеристика приборов для измерения оптической плотности, применяемых в отечественной промышленности

Марка прибора	Эксплуатационные характеристики						
	Место эксплуатации	Возможность измерения в отраженном свете	Возможность измерения влажных изображений	Пределы измерений	Точность измерений	Измеряемая площадь, $мм^2$	Наибольший формат измеряемых фотоизображений
ДФЭ-10	лаборатория	нет	нет	0-3	0-2±0,02 2-3±0,03	Не менее 9	10×10 $см^2$
Визомат	цех	нет	да	0-2	±0,02	„	20×10 $см^2$
УД-3	цех	да	да	0-3	±0,05	—	100×100 $см$
ФМ-58	лаборатория	да	нет	0-3	0-1±0,01 1-2±0,02 2-3±0,05	Не менее 9	5×5 $см$

затель «*0*» шкалы со стрелкой *9*, неподвижно укрепленной на корпусе. Затем винтом компенсационного клина *1* устанавливают стрелку гальванометра на «*0*», совмещая стрелку его также с неподвижной стрелкой *9*, что выравнивает освещенность фотоэлементов *5*.

Подняв рычагом *12* бленду *13*, укладывают на столик *11* измеряемое почернение *8*. Опустив бленду *13* винтом *2*, перемещают бленду *6*, находящуюся в корпусе прибора, а с ней и шкалу прибора *3* до установки стрел-

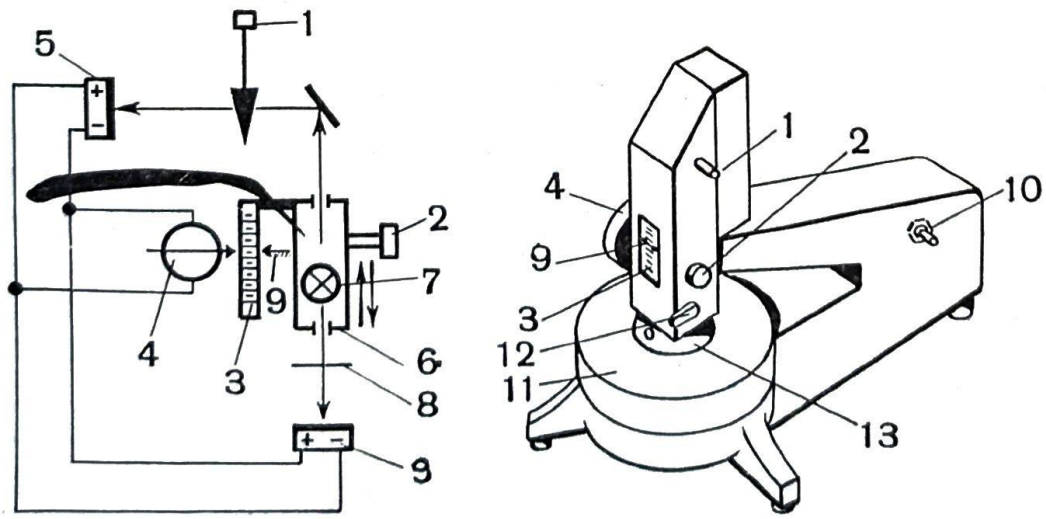


Рис. 15. Схема денситометра «Визомат»

ки гальванометра на «*0*». Значение оптической плотности читают по шкале прибора *3* по указанию стрелки гальванометра совмещенной с неподвижной стрелкой *9*.

Принцип действия универсального денситометра УД-3 понятен из приведенной на рис. 16 оптической схемы прибора.

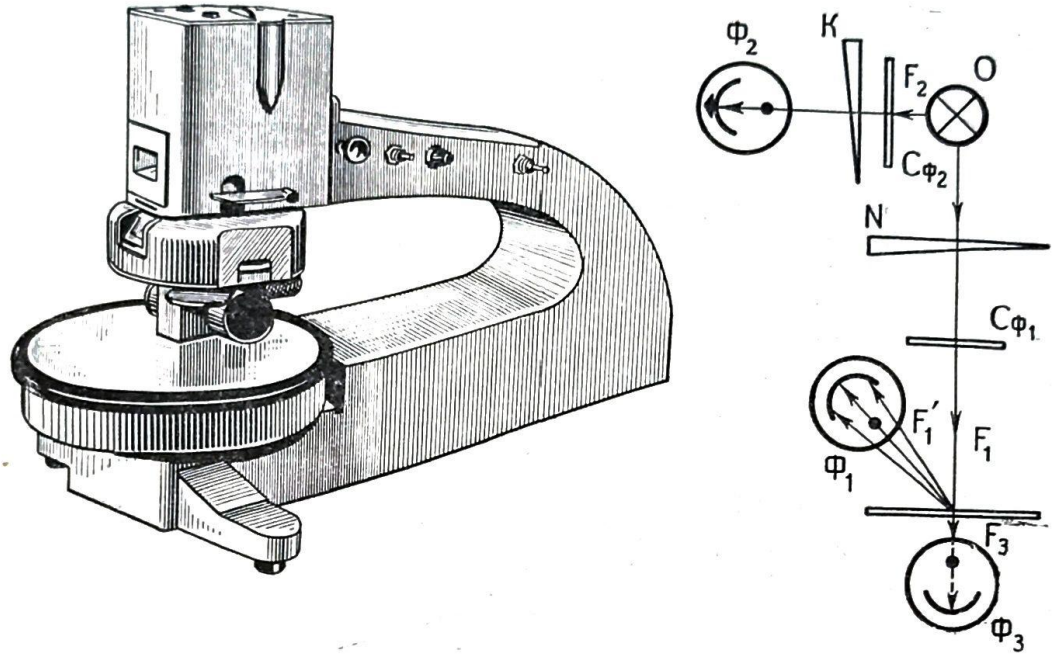


Рис. 16. Схема денситометра УД-3

При измерении плотностей непрозрачных материалов используются фотоэлементы $Ф_1$ и $Ф_2$. Источник света создает световой поток, одна часть которого F_1 проходит через калиброванную плотность N (круговой оптический клин), фокусируется линзой и падает на поверхность измеряемой плотности x_1 под углом 90°.

Отраженный от плотности световой поток попадает на измерительный фотоэлемент $Ф_1$. Месторасположение фотоэлемента выбрано таким образом, чтобы на его фотокатод попадали, в основном, лучи, отраженные от измеряемой поверхности под углом 45°, этим самым выполняются условия, необходимые для правильного измерения в отраженном свете.

Другая часть светового потока F_2 будучи соответственно ослаблена компенсационным клином *К*, освещает поверхность катода компенсационного фотоэлемента $Ф_2$. Фотоэлементы включены навстречу друг другу. При равенстве их освещенностей разность фототоков $Ф_1$ и $Ф_2$

равна нулю, что отмечается соответствующей электронной схемой.

При измерении плотностей в проходящем свете используются фотоэлементы $Ф_2$ и $Ф_3$. Световой поток F_1 в этом случае проходит через калиброванную плотность, измеряемую плотность X_1 и через соответствующее отверстие в рабочем столике попадает на измерительный фотоэлемент $Ф_3$. Световой поток F_2 совершает тот же путь, как и в первом случае.

Уравнивание световых потоков производится в обоих случаях вручную с помощью кругового оптического клина, на оправку которого наносится шкала оптических плотностей. Нуль шкалы устанавливается таким образом, чтобы световой поток F_1 проходил через максимальную плотность кругового клина. Размещение измеряемой и калиброванной плотностей в одном световом потоке дает возможность получить одинаковую светочувствительность схемы в момент баланса на всем диапазоне измерений.

Принцип действия фотометра ФМ-58 типа Пульфриха показан на рис. 17.

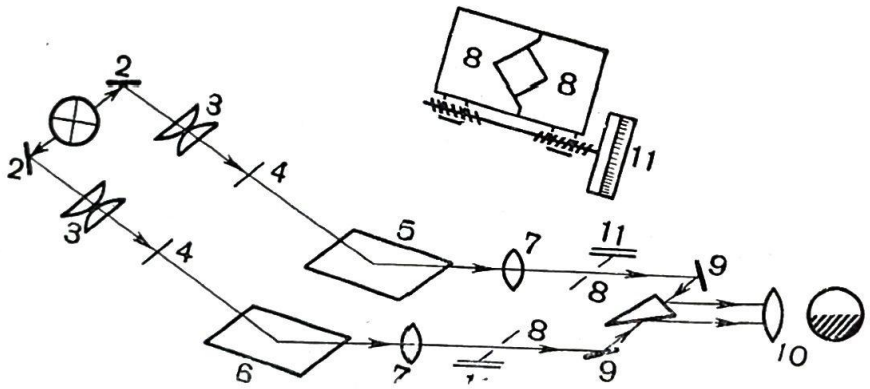


Рис. 17. Схема фотометра ФМ-58

От источника света *1* зеркала *2*, конденсаторы *3* и молочные стекла *4* направляют два световых потока, которые освещают эталон *5* и измеряемую плотность *6* приблизительно под углом 45°, что достигается соответствующей установкой блока осветителей.

Освещенные объекты измерения рассматривают под углом 90° через тубус прибора. В тубусе смонтированы объективы *7*, регулируемые диафрагмы *8*, система зеркал *9*, окуляр *10*, которые образуют два поля сравнения.

Перед измерением прибор устанавливают на «0». Для этого полностью открывают обе диафрагмы *8* и вместо объекта измерения кладут эталоны, т. е. чистую бумагу, на которой в дальнейшем будет измеряться плотность изображения. Регулируя положение источника света *1* и конденсаторов *3*, добиваются равномерного освещения полей сравнения.

Для измерения оптической плотности, не трогая эталон *5*, устанавливают на столик прибора измеряемое почернение *6*. Затем вращают диск *11* диафрагмы *8*, уменьшающий освещенность эталона до установления одинаковой освещенности полей сравнения. Значение оптической плотности читают на красной шкале диска *11* диафрагмы *8*.

Контроль экспозиции. Для контроля экспозиции служат экспозиметры, принцип действия которых основан на зарядке или разрядке конденсатора током фотоэлемента. Чем больше освещенность, тем быстрее заряжается или разряжается конденсатор. Конденсатор заряжается или разряжается до напряжения запирания или отпирания радиолампы, в цепь которой включен счетчик импульсов, отсчитывающий число циклов зарядки или разрядки конденсатора. После достижения заданного числа циклов автоматически включается реле, закрывающее затвор объектива или выключающее осветители.

В отечественной полиграфии широко применяют экспозиметры, изготавливаемые Одесским заводом полиграфического машиностроения, экспозиметры «Визомат» (ГДР) и экспозиметры типа АЭ-58 (УНИИПП). Первые два имеют малую чувствительность, поэтому их фотоэлементы могут быть установлены либо на оригиналодержателе фотоаппарата, либо над объективом так, чтобы фотоэлемент был обращен в сторону оригиналодержателя. Эти экспозиметры могут учитывать только неравномерность светового потока во время экспонирования. Экспозиметр АЭ-58 отличается значительно большей (в 1000 раз) чувствительностью, поэтому его фотоэлемент устанавливается в кассете фотоаппарата и регистрирует то количество света, которое непосредственно попадает на фотослой. Таким образом, экспозиметр АЭ-58 учитывает все факторы, влияющие на количество света, в том числе величину относительного отверстия, масштаб съемки, светофильтр, светорассеивание внутри аппарата и др.

При отсутствии экспозиметра можно пользоваться люксметром, например, Ю-16. В этом случае возможен контроль экспозиции по времени действия света при условии постоянства светового потока источника света. Для дуговых фонарей это почти недостижимо, для других применяемых источников света постоянство светового потока обеспечивают стабилизаторы напряжения сети.

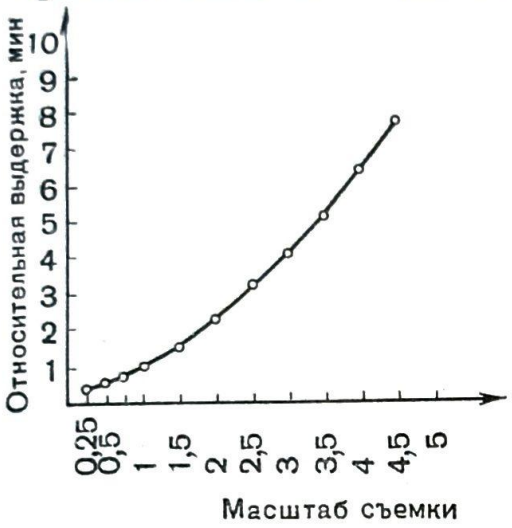


Рис. 18. Зависимость выдержки от масштаба съемки

Относительные изменения выдержки в зависимости от относительного отверстия и светочувствительности фотослоя общеизвестные. Относительные изменения выдержки от масштаба съемки характеризуют график на рис. 18.

Контрольные приборы позволяют контролировать качество полученного изображения, но не обеспечивают получения заданных параметров качества. Обеспечить заданное качество изображения можно только путем серии пробных съемок, число которых можно сократить за счет эффективного использования средств контроля, расчетов, специальных калькуляторов, приборов и т. п. В связи с этим особый интерес приобретают методические приемы, сокращающие трудоемкость и гарантирующие получение изображений заданного качества. Рассмотрим один из таких методов для наиболее сложного случая получения тоновых изображений с заданным интервалом оптических плотностей и заданным значением максимальной оптической плотности.

На контрольной тоновой шкале отмечают поля, соответствующие наибольшей и наименьшей оптическим плотностям оригинала. Затем шкалу экспонируют в фотоаппарате на том фотослое, на котором будет впоследствии производиться съемка оригинала. Экспонированный фотослой разрезают на три части так, чтобы каждая часть содержала все поля шкалы. В рабочем проявителе проявляют экспонированные части в течении 2, 4 и 6 *мин.* После обработки измеряют оптическую плотность отмеченных полей. По полученным данным строят

график зависимости оптических плотностей от времени проявления (рис. 19). Расстояние между двумя кривыми показывает интервал оптических плотностей изображений. Найдя величину желаемого (заданного) интервала оптических плотностей, по графику определяют необходимое время проявления, обеспечивающее получение этого интервала, а также наибольшее значение оптической плотности (точка 0).

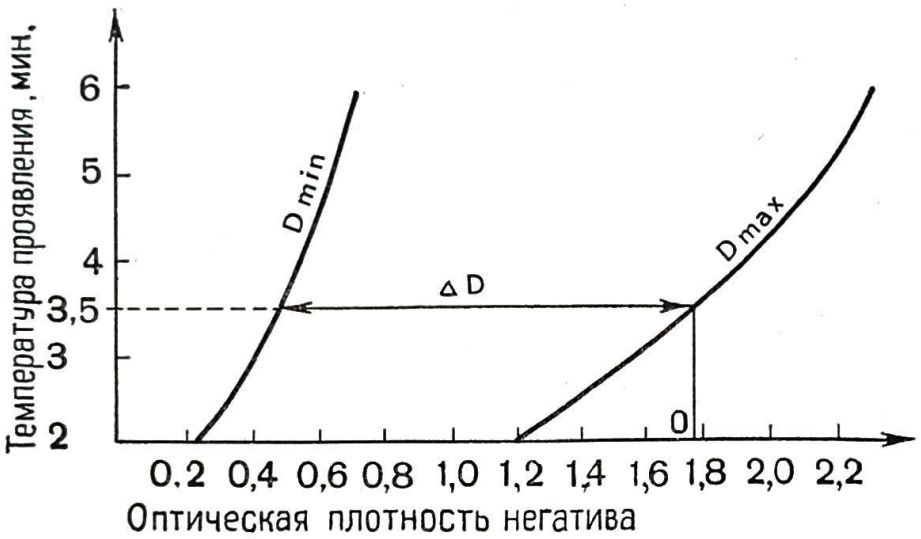


Рис. 19. Зависимость интервала оптических плотностей от времени проявления

Коэффициент, показывающий во сколько раз надо изменить выдержку пробной съемки для получения заданной наибольшей оптической плотности изображения при прочих равных условиях, вычисляют по формуле:

$$K = a \lg \frac{\Delta d \, \Delta u}{1{,}44 \, \Delta D}$$

где Δd — разность оптических плотностей изображения, полученного при пробной съемке (соответствующая точке *0*) и желаемой наибольшей оптической плотности негатива;

ΔИ — интервал оптических плотностей оригинала;

ΔД — желаемый интервал оптических плотностей негатива.

По полученным данным (выдержка и время проявления) изготавливают негатив, который будет иметь заданные интервал и наибольшую оптическую плотность.

Этот же метод можно применять и для получения тоновых цветоделенных негативов. Чтобы не производить пробных съемок для каждого цветоделенного изображения, необходимо учесть влияние не только кратности светофильтра, но и влияние светорассеивания в фотоаппарате на контрастность цветоделенного изображения. Поскольку светорассеивание зависит от конструктивных особенностей фотоаппарата, то соотношение времени проявления при съемке через светофильтры, обеспечивающие получение равноконтрастных изображений, должно быть определено заранее один раз для всех видов съемки через светофильтры на данном фотоаппарате. В приведенную формулу в этом случае вводят поправочные коэффициенты в виде значения кратности светофильтра и соотношения времени проявления, необходимого для получения равноконтрастных изображений через светофильтр и без светофильтра.

Контроль градационной передачи должен производиться по потемнениям изображений полей тоновой контрольной шкалы.

РЕЦЕПТУРА РАБОЧИХ РАСТВОРОВ И ТЕХНИКА ИХ ПРИГОТОВЛЕНИЯ

Проявители

Метолгидрохиноновые проявители

	Нормальный ФТ-1 (*Agfa*-71, *ORWO*-71)	Контрастный ФТ-2 (*Agfa*-74, *ORWO*-74)
Метол	5 *г*	5 *г*
Сульфит натрия (безводный)	40 "	40 "
Гидрохинон	6 "	6 "
Поташ	40 "	40 "
Бромистый калий	3 "	6 "
Вода	до 1000 *мл*	1000 *мл*

Приготовление. В 750 *мл* дистиллированной воды (при температуре 50—60° С) вначале растворяют небольшое количество сульфита натрия (примерно $^1/_{10}$ часть от количества, входящего в рецепт), затем метол, остальную часть сульфита, гидрохинон, поташ и бромистый калий. При растворении веществ раствор необходимо перемешивать. Каждое следующее вещество растворяют только после полного растворения предыдущего. В готовый раствор вводят холодную воду (до заданного объема) и фильтруют. Рабочая температура проявителя 19—20° С.

Примечания: 1. При составлении метолгидрохинонового проявителя в больших количествах лучше всего метол, сульфит натрия и гидрохинон растворять в одном сосуде, а поташ и бромистый калий — в другом; после охлаждения растворы сливают вместе.

2. При составлении метолгидрохинонового проявителя не следует вводить поташ в горячий раствор метола с сульфитом натрия, так как сульфит натрия при повышенной температуре не задерживает окисление метола в присутствии щелочи, а окисление проявляющего вещества отрицательно повлияет на качество работы проявителя.

Проявители с фенидоном

	Ф-1	Ф-4
Сульфит натрия (безводный) . .	40 *г*	40 *г*
Гидрохинон	6 "	6 "
Поташ	40 "	40 "
Фенидон или метилфенидон . .	0,25 "	0,5 "
Калий бромистый	6 "	6 "
Вода	до 1000 *мл*	до 1000 *мл*

Приготовление. В 750 *мл* воды (при температуре 60—70° С) растворяют сульфит натрия, а затем последовательно, небольшими порциями вводят все вещества в той последовательности, как указано в рецепте. Каждую следующую порцию химикатов добавляют только после полного растворения предыдущей. Готовый раствор доливают холодной водой до заданного объема и фильтруют. Рабочая температура проявителя 19—20° С.

Примечания: 1. Фенидоногидрохиноновый проявитель рекомендуется для проявления контрастных фотослоев.

2. Количество фенидона в проявителе Ф-1 может быть уменьшено до 0,15 *г*.

3. В том случае, если вуаль на применяемой фотопленке превышает допустимую величину (0,10), в проявители Ф-1, Ф-4 дополнительно вводят бензотриазол в количестве 0,2 *г* на 1000 *мл* раствора.

Сверхконтрастный проявитель с циклогексаноном

Раствор А

Вода (25°С)	650 *мл*
Циклогексанон	11 *мл*
Метабисульфит калия . .	11,5 *г*
Гидрохинон	5 "
Вода	до 750 *мл*

Раствор Б

Вода (40°С)	175 *мл*
Сода (безводная)	15 *г*
Бензотриазол	1 "
Вода	до 250 *мл*

Раствор В

Едкий натрий	25 *г*
Вода	до 200 *мл*

Приготовление. Для получения рабочего раствора смешивают 750 *мл* раствора А, 50 *мл* раствора Б и 200 *мл* раствора В. Добавлять раствор В к смеси растворов А и Б следует непосредственно перед применением проявителя. Рабочая температура проявителя 19—20° С.

Примечания: 1. Проявитель с циклогексаноном пригоден для работы в течение 1 *час* при хранении его в сосуде в соотношении объема проявителя к зеркалу раствора 4 : 5.

2. Циклогексанон токсичен, поэтому работа с этим проявителем должна выполняться при наличии отсосной вентиляции на рабочем месте.

3. Проявитель с циклогексаноном применяют при проявлении контрастных фотослоев с целью повышения контраста изображения.

Проявитель с едкой щелочью ORWO-70

Запасной раствор А

Вода (40—50°С)	750 *мл*
Гидрохинон	25 *г*
Метабисульфит калия . .	25 "
Калий бромистый . . .	25 "
Вода	до 1000 *мл*

Приготовление. В 750 *мл* воды (при температуре 40—50° С) растворяют гидрохинон, а затем метабисульфит калия и бромистый калий. При полном растворении веществ доливают холодную воду до заданного объема.

Запасной раствор Б

Едкий натрий	50 *г*
Вода	до 1000 *мл*

Приготовление. В 750 *мл* холодной воды при перемешивании небольшими порциями растворяют указанное в рецепте количество щелочи. После полного растворения щелочи к раствору доливают воду до заданного объема.

Рабочий раствор

Запасной раствор А . .	1 часть
Запасной раствор Б . .	1 часть
Рабочая температура . .	18—20°С

Приготовление. Рабочий раствор составляют непосредственно перед применением. Равные объемы растворов А и Б сливают вместе при энергичном перемешивании.

Примечание. Проявитель ORWO-70 рекомендуется для проявления контрастных фотослоев. Проявитель не стоек, срок годности рабочего раствора 1 *ч*.

Проявитель ORWO-73

Метол	1 *г*
Сульфит натрия (безводный)	40 *г*
Гидрохинон	6 "
Сода (безводная) . . .	20 "
Калий бромистый . . .	1 "
Вода	до 1000 *мл*

Приготовление. В 750 *мл*[3] воды (при температуре 40—50° С) растворяют $^1/_{10}$ часть сульфита натрия, после чего растворяют метол, остальное количество сульфита натрия, гидрохинон, соду и бромистый калий. При растворении веществ раствор перемешивают. Готовый раствор доливают холодной водой до заданного объема и фильтруют. Проявитель предназначен для проявления полутоновых изображений. Рабочая температура проявителя 20° С.

Проявитель ORWO-76

Метол	4 *г*
Сульфит натрия (безводный)	75 *г*
Сода (безводная) . . .	5 "
Бромистый калий . . .	2,5 "
Вода	до 1000 *мл*

Приготовление. В 750 *мл* воды (при температуре 40—50° С) растворяют $^1/_{10}$ часть сульфита натрия, а затем метол, остальную часть сульфита натрия и соду, при постоянном перемешивании. Готовый раствор доливают холодной водой до заданного объема и фильтруют. Рабочая температура проявителя 20° С. Проявитель мягкоработающий предназначен для проявления полутоновых изображений.

Проявитель ORWO-78 для пленки FO-52

Раствор А

Пирокатехин	25 *г*
Воды	до 1000 *мл*

Раствор Б

Едкий натрий	10 *г*
Воды	до 1000 *мл*

Рабочий раствор

Раствор А	1 часть
Раствор Б	1 часть
Воды	6 частей

Приготовление. Рабочий раствор составляют путем смешения равных объемов запасных растворов А и Б и добавления 6 частей воды. Рабочая температура проявителя 20° С.

Проявитель ORWO-82 для пленки FO-6

Раствор А

Сульфит натрия (безводный)	60 *г*
Борная кислота (кристаллическая)	15 "
Гидрохинон	45 "
Вода	до 1000 *мл*

Приготовление. В 750 *мл* дистиллированной воды (при температуре 40—50° С) растворяют сначала сульфит натрия и гидрохинон, а затем поочередно все указанные вещества в той последовательности, в которой они перечислены в рецепте. После полного растворения компонентов к раствору доливают холодной воды до заданного объема.

Раствор Б

Сульфит натрия (безводный)	0,5 *г*
Параформальдегид . . .	15 "
Метабисульфит калия . .	5 "
Бромистый калий . . .	3 "
Вода	до 1000 *мл*

Приготовление. В 750 *мл* дистиллированной воды (при температуре 40—50° С) растворяют сначала сульфит натрия, а затем последовательно, небольшими порциями вводят все вещества в той последовательности, как указано в рецепте. Каждую следующую порцию химикатов добавляют только после полного растворения предыдущей. Готовый раствор доливают холодной водой до заданного объема.

Рабочий раствор

Раствора А	1 часть
Раствора Б	1 часть

Приготовление. Рабочий раствор составляют перед работой путем смешения равных объемов растворов А и Б. Рабочая температура проявителя 20°С.

Примечание. Проявитель применяется для проявления контрастных фотослоев с целью получения качественных штриховых и растровых изображений. Увеличения контрастности при использовании этого параформальдегидного проявителя можно добиться не для всех слоев. Особенно большое увеличение коэффициента контрастности наблюдается на специальных хлоробромосеребряных фототехнических пленках типа «Lith» (например, Kodak lith).

Особо контрастный проявитель инфекционного проявления

Хингидрон	4 *г*
Едкий натрий	20 "
Бензотриазол	1 "
Вода	до 1000 *мл*

Приготовление. Проявитель готовят непосредственно перед употреблением (он пригоден в течение 20 *мин*). Сначала растворяют хингидрон в небольшом количестве 15%-ного раствора едкого натра, затем к раствору прибавляют бензотриазол и разбавляют водой до соответствующего объема. Рабочая температура проявителя 19—20° С.

Примечание. Проявитель применяется при проявлении контрастных фотослоев с целью повышения контраста изображения. Он понижает светочувствительность фотопленки и дает легкое желтоватое окрашивание слоя. При экспонировании необходимо увеличить выдержку примерно в 4 раза против обычного. Окраска слоя после обработки может быть устранена промывкой в 2%-ном растворе гидросульфита натрия.

Фиксажи

Быстрый фиксаж

Гипосульфит	350 *г*
Хлористый аммоний . . .	50 "
Вода	1000 *мл*

Приготовление. В 750 *мл* воды при температуре (60—70° С) растворяют гипосульфит. В охладившийся в процессе растворения гипосульфита раствор добавляют хлористый аммоний, затем холодную воду до заданного объема. Готовый раствор фильтруют. Рабочая температура фиксажа 18—20° С.

Примечание. Средняя продолжительность фиксирования в быстром фиксаже 3—5 *мин.* Не следует держать пленку в фиксаже слишком долго, так как при длительном фиксировании изображение частично ослабляется.

Кислый фиксаж

Гипосульфит	250 *г*
Метабисульфит калия . .	30 "
Вода	до 1000 *мл*

Приготовление. В 1000 *мл* воды (при температуре 60—70° С) растворяют гипосульфит. В охладившийся в процессе растворения раствор гипосульфита добавляют метабисульфит калия. Готовый раствор фильтруют. Рабочая температура фиксажа 18—20° С.

Кислый дубящий фиксаж

Вода	1000 *мл*
Гипосульфит	250 *г*
Вода	50 *мл*
Алюминиево-калиевые квасцы	30 *г*
Сульфит натрия, безводный	60 "
Кислота уксусная, 28%-ная	185 *мл*

Приготовление. Алюминиево-калиевые квасцы (дубитель) можно вводить только в кислый фиксаж, так как в щелочной среде они образуют нерастворимые осадки-гидраты. Сначала готовят два раствора: 1) 250 *г* гипосульфита растворяют в 1000 *мл* воды и 2) 30 *г* алюминиево-калиевых квасцов, 60 *г* сульфита натрия — в 50 *мл* воды и в 185 *мл* 28%-ной уксусной кислоты, затем эти два раствора смешивают. Рабочая температура фиксажа 18—20° С.

Ослабители

Ослабитель с красной кровяной солью (поверхностный)

1. Запасной раствор А

Красная кровяная соль .	350 *г*
Вода	до 1000 *мл*

2. Запасной раствор Б

Гипосульфит	350 *г*
Вода	до 1000 *мл*

Приготовление. В 1000 *мл* горячей воды растворяют красную кровяную соль в указанном количестве. Отдельно в 1000 *мл* горячей воды растворяют гипосульфит. Растворы фильтруют в отдельности. Посуда, в которой хранят раствор А, должна быть светонепроницаемой. Красная кровяная соль на свету разлагается и переходит в желтую кровяную соль.

Рабочий раствор

I вариант. Смесь растворов А и Б в равных объемах.
II вариант. Смесь растворов А и Б в следующем соотношении:
А и Б — 1 часть; вода — 5 частей.
Рабочая температура ослабителя 18—20°С.

Ослабитель с перманганатом калия (пропорциональный)

Перманганат калия . . .	1 *г*
Серная кислота концентрированная	5 *мл*
Вода	1000 *мл*

Приготовление. В 1 *л* воды растворяют перманганат калия. После полного растворения перманганата калия приливают кислоту и раствор перемешивают. Рабочая температура ослабителя 18—20° С.

Ослабитель с персульфатом аммония (суперпропорциональный)

Персульфат аммония . .	20 *г*
Серная кислота концентрированная	2 *мл*
Вода	1000 *мл*

Приготовление. В 1 *л* воды растворяют персульфат аммония. После полного растворения приливают кислоту и раствор перемешивают. Рабочая температура ослабителя 18—20° С.

Усилители

Медный усилитель

Отбеливающий раствор

Сернокислая медь . . .	120 *г*
Бромистый калий . . .	40 "
Вода	1000 *мл*

Приготовление. В 1 *л* воды при температуре 60—70° С при перемешивании растворяют сернокислую медь, а затем бромистый калий. После полного растворения компонентов раствор фильтруют.

Рабочая температура усилителя 18—20° С.

Раствор для чернения

Азотнокислое серебро . .	100 *г*
Лимонная кислота . . .	5 "
Вода	1000 *мл*

Приготовление. В 1 *л* дистиллированной воды (при температуре 60—70° С) растворяют азотнокислое серебро при перемешивании. После полного растворения добавляют при перемешивании лимонную кислоту.

Рабочая температура 18—20° С.

Хромовый усилитель

Отбеливающий раствор

Двухромовокислый калий .	8 *г*
Соляная кислота концентрированная	8 *мл*
Вода	1000 *мл*

Приготовление. В 1 *л* воды (при температуре 30—40° С), перемешивая, растворяют двухромовокислый калий, а затем приливают соляную кислоту. Раствор фильтруют. Рабочая температура усилителя 18—20° С.

Чернящий раствор

Метол	8 *г*
Сульфит натрия, безводный	20 *г*
Гидрохинон	6 "
Едкий натрий	20 "
Калий бромистый . . .	2 "
Вода	до 1000 *мл*

Приготовление. В 500 *мл* воды (при температуре 40—50° С) сначала растворяют $^1/_{10}$ часть сульфита натрия, затем метол, остальной сульфит натрия и гидрохинон. Отдельно в 250 *мл* холодной воды растворяют щелочь и бромистый калий. Растворы сливают перед употреблением. Рабочая температура усилителя 18—20° С.

Свинцовый усилитель

Отбеливающий раствор

Свинец азотнокислый . .	50 *г*
Красная кровяная соль .	50 "
Вода	1000 *мл*

Приготовление. В 1000 *мл* воды (при температуре 60—70° С) растворяют свинец азотнокислый, а затем красную кровяную соль в указанном количестве. Готовый раствор фильтруют и хранят в темноте. Рабочая температура раствора 18—20° С.

Чернящий раствор

Натрий сернистый . . .	50 *г*
Вода	1000 *мл*

Приготовление. В 1000 *мл* воды (при температуре 30—40° С) растворяют сернистый натрий.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение 3

Сенситометрические свойства фототехнических слоев 5

Проявление фототехнических пленок 23

Обработка проявленного изображения 39

Контроль качества 49

Рецептура рабочих растворов и техника их приготовления 59

Бабяк Богдан Николаевич
Глушко Василий Дорофеевич

ФОТОТЕХНИЧЕСКИЕ ПЛЕНКИ И ИХ ОБРАБОТКА

Редактор *М. М. Борищева*

Художественный редактор *Н. Д. Карандашов*

Художник *В. Р. Маслов*

Технический редактор *Е. И. Полякова*

Корректор *М. М. Кузнецова*

А 05787. Сдано в набор 29/IV 1968 г. Подписано к печати 28/X 1968 г. Формат бум. 84×108¹/₃₂. Типографская № 1 Усл. печ. л. 3,78. Уч.-изд. л. 3,34. Тираж 5000 экз. Заказ № 199 Цена 18 коп.

Издательство «Книга». Москва, К-9, ул. Неждановой, 8/10

Тульская типография Главполиграфпрома Комитета по печати при Совете Министров СССР, г. Тула, пр. им. В. И. Ленина, 109

В 1969—1970 гг. в серии «Библиотека полиграфиста» выйдут практические пособия:

ГУРЕВИЧ С. М.

Оформление и выпуск районной газеты. (Серия «Библиотека полиграфиста»). Изд-во «Книга». 8 л., 8 тыс. экз., 42 к., II кв. 1969 г., индекс 3-20-1 и 6-10.

В книге обобщен опыт оформления и выпуска многих районных газет, выходящих в различных республиках и областях Советского Союза.

Темплан 1969 г. № 31

ЗАМЯТИНА И. Н.

Предварительное нормирование труда в полиграфии. Опыт работы. (Серия «Библиотека полиграфиста»). Изд-во «Книга». 4 л., 4 тыс. экз., 20 к., I кв. 1969 г., индекс 3-20-1.

В брошюре на основе опыта работы ленинградской типографии № 6 рассмотрены вопросы предварительного нормирования труда в полиграфии. Указан порядок составления технологических карт, заполнения и расчета рабочих нарядов, приведена документация и изложена методика предварительного нормирования наборных, стереотипных, печатных и брошюровочно-переплетных процессов.

Даны рекомендации по применению предварительного нормирования для перехода на нормативный метод планирования и учета трудозатрат в производстве.

Брошюра презназначена для работников экономических служб и мастеров полиграфических предприятий.

Темплан 1969 г. № 32

ВАЛЕРШТЕЙН И. Я. и ДАВЫДОВ И. А.

Пластмассовые стереотипы. (Серия «Библиотека полиграфиста»). Изд-во «Книга». 5 л., 3 тыс. экз., 27 к., I кв. 1970 г., индекс 3-20-2.

В брошюре описаны процессы изготовления матричного

материала, режим прессования пластмассовых матриц и стереотипов, а также способы обработки и крепления стереотипов.
Темплан 1969 г. № 109.

УРЯДОВА Г. В. и ХМЫЛКО В. Ф.

Позолотные прессы и работа на них. (Серия «Библиотека полиграфиста»). Изд-во «Книга». 4 л., 3 тыс. экз., 20 к., I кв. 1970 г., индекс 6-10.

В брошюре рассмотрены виды и способы тиснения на переплетных крышках; влияние режимов процесса тиснения и материалов (в том числе фольги, пластмасс) на качество оттисков; описаны конструкции отечественных позолотных прессов; даны рекомендации по работе на этих прессах; указаны неполадки, возникающие в процессе работы, их причины и способы устранения. Включен материал по ремонту и обслуживанию позолотных прессов.

Брошюра полезна не только для инженерно-технических работников, но и для позолотчиков, наладчиков и механиков полиграфических предприятий. Может служить пособием для студентов и учащихся полиграфических вузов, техникумов, профтехучилищ.
Темплан 1969 г. № 110.

Предварительные заказы можно сделать сейчас в книжных магазинах.

Издательство «Книга»